T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI

YENİLENEBİLİR ENERJİ TEKNOLOJİLERİ

ELEKTRİĞİN TEMEL ESASLARI

522EE0320

Ankara, 2012

- Bu modül, mesleki ve teknik eğitim okul/kurumlarında uygulanan Çerçeve Öğretim Programlarında yer alan yeterlikleri kazandırmaya yönelik olarak öğrencilere rehberlik etmek amacıyla hazırlanmış bireysel öğrenme materyalidir.
- Millî Eğitim Bakanlığınca ücretsiz olarak verilmiştir.
- PARA İLE SATILMAZ.

İÇİNDEKİLER

AÇIKLAMALAR iii
GİRİŞ 1
ÖĞRENME FAALİYETİ–1 2
1. ELEKTRİK ENERJİSİ VE TEMEL BİRİMLERİ 2
1.1. Elektrik Enerjisi Üretiminde Kullanılan Kaynaklar 3
1.1.1. Termik Kaynaklar 6
1.1.2.Hidrolik Kaynaklar 7
1.1.3.Nükleer Kaynaklar 8
1.1.4. Diğer Kaynaklar 8
1.2. Atomun Yapısı ve Elektron Teorisi 14
1.2.1. Atomun Yapısı 14
1.2.2. Serbest (Valans) Elektronlar 16
1.2.3. Atom Yapısına Göre İletken ve Yalıtkan Tanımı 16
1.3.Elektrik Yükü 20
1.3.1.Elektrik Yükü ve Birimi 21
1.3.2. Coulomb (Kulon) Kanunu 21
1.3.3. Elektriklenme Yöntemleri 24
1.4. Elektrik Alanı 29
1.4.1. Elektrik Kuvvet Çizgileri 29
1.4.2.Elektrik Alanı ve Alan Şiddeti 31
1.5. Elektrik Potansiyeli 32
1.5.1. Potansiyel ve Gerilim 32
1.5.2. Şimşek ve Yıldırım 36
1.6. Statik (Durgun) Elektrik ve Elektrostatiğin Kullanım Alanları 37
1.6.1. Statik Elektrik ve Oluşumu 37
1.6.2. Statik Elektriğin Zararları 38
1.6.3. Statik Elektriğin Faydaları ve Kullanım Alanları 38
1.6.4. Statik Elektrik Yüklerinin Ölçülmesi 42
1.6.5. Statik Elektriğin Zarar Verebileceği Ortamlarda Alınacak Önlemler 44
UYGULAMA FAALİYETİ 48
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 50
ÖĞRENME FAALİYETİ–2 53
2.ELEKTRİK AKIMI, ÇEŞİTLERİ VE ETKİLERİ 53
2.1. Elektrik Akımı 54
2.1.1. Tanımı 54
2.1.2. Elektrik Akımının Metal, Sıvı ve Gazlardan Geçişi 55
2.1.3. Elektrik Akımının Birimi 59
2.1.4. Ast ve Üst katları ve Çevrimleri 61
2.2. Elektrik Akımı Çeşitlerinin Tanımı 62
2.2.1. Doğru Akım (DA, DC) 62
2.2.2. Alternatif Akım (AA, AC) 64
2.3. Elektrik Akımının Etkileri 65
2.3.1. Isı Etkisi 65
2.3.2. Işık Etkisi 71
2.3.3. Manyetik Etkisi 72

2.3.4. Kimyasal Etkisi 80
2.3.5. Fizyolojik (Bedensel) Etkisi 91
UYGULAMA FAALİYETİ 93
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 96
ÖĞRENME FAALİYETİ–3 100
3. AKIM YOĞUNLUĞU 100
3.1.Tanımı ve Birimi 101
3.2.Kesit ve Akım Yoğunluğuna Göre İletkenden Geçen Akım Miktarının Hesaplanması 101
UYGULAMA FAALİYETİ 104
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 106
ÖĞRENME FAALİYETİ–4 107
4.ELEKTROMOTOR KUVVET (EMK) VE GERİLİM 107
4.1.Gerilim Üretme Yöntemleri 107
4.1.1.İndüksiyon (Manyetik Alan) Yoluyla 107
4.1.2.Kimyasal Etki Yoluyla 109
4.1.3. Isı Yoluyla 112
4.1.4. Işık Yoluyla 114
4.1.5. Sürtünme Yoluyla 117
4.1.6. Kristal Deformasyon Yoluyla 117
4.2. Elektromotor Kuvvet (Emk) 118
4.2.1. Emk'nin Elde Edilmesi 118
4.2.2. Emk ve Gerilim Tanımı ve Arasındaki Fark 118
4.2.3. Emk ve Gerilimin Birimi 119
4.2.4. Ast, Üst Katları ve Çevrimleri 120
UYGULAMA FAALİYETİ 121
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 124
MODÜL DEĞERLENDİRME 127
CEVAP ANAHTARLARI 128
KAYNAKÇA 130

AÇIKLAMALAR

KOD	**522EE0320**
ALAN	**Yenilenebilir Enerji Teknolojileri**
DAL/MESLEK	**Alan Ortak**
MODÜLÜN ADI	**Elektriğin Temel Esasları**
MODÜLÜN TANIMI	Elektrik enerjisi, elektrik enerjisinin elde edilişi, temel prensipleri, etkileri, kullanıldığı alanlar ile ilgili bilgilerin verildiği ve elektriğin diğer enerji çeşitleri ile karşılaştırıldığı bir öğrenme materyalidir.
SÜRE	40/32
ÖN KOŞUL	Ön koşul yoktur.
YETERLİK	Elektrik akımı ve elektriğin elde edilmesi ile ilgili temel esasları uygulamak
MODÜLÜN AMACI	**Genel Amaç** Gerekli ortam sağlandığında elektrik akımı elde edebilecek, elektrikle ilgili temel esasları doğru bir şekilde uygulayabileceksiniz. **Amaçlar** **1.** Statik elektrik oluşumunu, etkilerini ve yararlarını kavrayarak endüstride kullanım alanlarını öğrenecek, statik elektrikten kaynaklanan zararlara yönelik önlemleri alabileceksiniz. **2.** Elektrik akımının etkilerini kavrayarak istenmeyen etkilerin oluşmaması veya en aza indirgenmesi için gerekli önlemleri alabileceksiniz. **3.** Geçen akım miktarına uygun iletken kesitini hesaplayarak uygun iletken seçimi yapabileceksiniz. **4.** Çeşitli yöntemlerle gerilim üreterek üretilen gerilimler ile yük uçlarındaki gerilimler arasındaki farkları tespit edebileceksiniz.
EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI	**Ortam:** Sınıf, fizik laboratuvarı, kimya laboratuvarı, elektrik laboratuvarı, üniversite kütüphaneleri, bilgi teknoloji ortamları, internet **Donanım:** Elektromıknatıs, bobin, elektrolitik pil, elektrot (+/-), elektrolit, lamba, anahtar, kasnak, makara, rezistans, iletken, mikrometre, avometre, tepegöz, VCD
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	Modül içinde yer alan her öğrenme faaliyetinden sonra verilen ölçme araçları ile kendinizi değerlendireceksiniz. Öğretmen modül sonunda ölçme aracı (çoktan seçmeli test, doğru-yanlış testi, boşluk doldurma, eşleştirme vb.) kullanarak modül uygulamaları ile kazandığınız bilgi ve becerileri ölçerek sizi değerlendirecektir.

GİRİŞ

Sevgili Öğrenci,

Hayatınızın her alanında vazgeçilmeziniz olan elektriğin temel esasları hakkındaki bilgi ve becerilerinizi geliştirmek, elektrik ile ilgili yeni bilgi ve beceriler kazanmak için bir adım daha atmak üzeresiniz.

Bildiğiniz gibi iletişim, ulaşım, yaşam alanlarımızdaki her türlü cihaz ve aydınlatma araçlarında, hemen her türlü cihaz ve makinede elektrik bir şekilde kullanılmaktadır. Bu nedenle elektrik alanını bir meslek olarak seçmeyenlerin bile elektriğin kullanımındaki yaygınlığından dolayı temel düzeyde elektrik bilgisi edinmesinin faydalarını göz ardı etmek mümkün değildir.

Zaman içerisinde öğrendikleriniz arttıkça kafanızdaki elektrik imajının daha netleştiğini görecek, kullandığınız elektrikli aygıtların nasıl çalıştığına dair en azından temel bir fikre sahip olacaksınız. Kendinizi bazen basit arızaları tamir ederken bulacak ve tedbirli davranıldığında elektrikli cihazlarla uğraşmanın ne kadar zevkli ve eğlenceli bir iş olduğunu fark edecekseniz. Öğrenim hayatınızda öğrendiğiniz temel düzeydeki fizik, kimya ve matematik bilgilerini bu derste kullanacak ve geçmişte yaptığınız birikimlerin nasıl işe yaradığını görecek, bu alanda yeni şeyler öğrenmek için heyecan duyacak ve çabalayacaksınız.

ÖĞRENME FAALİYETİ–1

AMAÇ

Elektriğin tanımını yapabilecek, elektrik enerjisinin nasıl ve nerelerden elde edildiğini öğrenecek, elektrik akımının iletimini atomik düzeyde açıklayabileceksiniz. Statik elektrik elde edebilecek, etkilerini uygulamalı olarak görecek ve zararlı etkilerine karşı gerekli önlemleri alabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Günlük hayatta kullandığınız elektrikli aygıtların sayısını bulmaya çalışınız.
- Ulaşabildiğiniz en yaşlı insanlarla görüşerek elektriksiz zamanlarda nasıl yaşadıklarını öğrenmeye çalışınız.
- Bir hafta sonu hiçbir elektrikli aygıt kullanmamaya çalışınız ve buna ne kadar dayanabildiğinizi ölçmek için saat tutunuz.
- Enerjinin tanımını internetten araştırarak size anlamlı gelen birkaç tanımı arkadaşlarınızla paylaşınız.
- İş, güç ve enerji arasındaki ilişkiyi araştırarak edindiğiniz bilgileri arkadaşlarınızla paylaşınız.
- Elektrik enerjisinin atomun yapısıyla ilişkisini fizik öğretmeninize sorarak anlattıklarını anlamaya çalışınız.
- Elektrik enerjisinin fayda ve zararlarını arkadaşlarınızla tartışınız.
- İnternetten elektrik santrali videolarını izleyerek elektrik enerjisinin nasıl üretildiğini anlamaya çalışınız.
- Elektrik enerjisi iletiminde trafoların (transformatör) ne için kullanıldığını araştırınız.
- Statik elektriğin ne olduğunu ve nasıl elde edildiğini araştırınız.

1. ELEKTRİK ENERJİSİ VE TEMEL BİRİMLERİ

Yaşantımızı sürdürürken organlarımızla yaptığımız bütün hareketleri yerine getirebilmemiz için vücudumuz mutlaka bir enerjiye ihtiyaç duymaktadır. Kısaca söylemek gerekirse enerjisiz hiçbir şey yapılamaz.

Hayatımızı sürdürebilmemiz için genellikle bir enerji türünü başka bir enerji türüne dönüştürmek zorunda kalırız. Örneğin, gece odamızı aydınlatmak için elektrik enerjisini lamba yardımıyla ışık enerjisine dönüştürürüz. Yürümek istediğimizde vücudumuz kimyasal enerjisini kaslarımız vasıtasıyla hareket enerjisine dönüştürür ve yürürüz yani hayatımızı sürdürebilmek için sık sık farklı enerji türlerini başkalarına dönüştürür ve yaşamımızı bu şekilde sürdürürüz.

Elektrik enerjisi ise söz konusu enerji çeşitlerinden sadece bir tanesidir. Elektrik enerjisi hemen bütün enerjilerden elde edilebildiği gibi neredeyse bütün enerji çeşitlerine dönüştürülebilme özelliğine sahiptir. Elektrik enerjisinin bu dönüşümü bazen odamızı aydınlatan ışık enerjisine bazen ısınmamız için ısı enerjisine veya elektrik motorunda hareket enerjisine dönüşebilmektedir.

Elektrik enerjisi, birçok kaynaktan elde edilebilir. Şimdi ele alacağımız kaynaklar şebeke enerjisi sağlayan kaynaklardır.

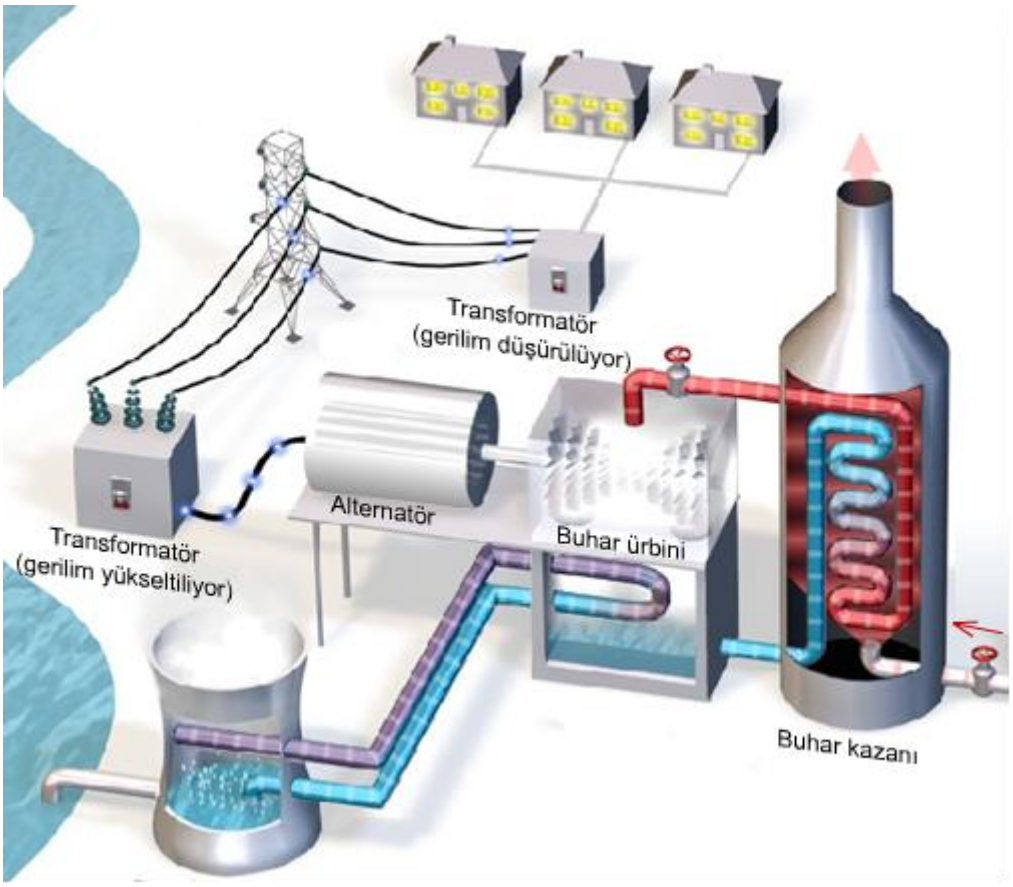
1.1. Elektrik Enerjisi Üretiminde Kullanılan Kaynaklar

Evlerimizde, iş yerlerimizde kullandığımız elektrik enerjisi elektrik santrallerinde üretilir. Elektrik enerjisi dediğimizde akla ilk gelen gerilim ve akım kavramlarıdır. Santrallerde üretilen elektrik gerilimi, enerji kayıplarını azaltmak için transformatörler (trafolar) yardımıyla yükseltilir, ardından dağıtım merkezlerinde evlerin ve iş yerlerinin kullandığı değerlere düşürülür (Şekil 1.1.1).

Santrallerde kullanılan en temel makineler bir kuvvetle (su, buhar, rüzgâr vb.) döndürülen türbinler ve onların döndürdüğü alternatörlerdir.

Alternatörler, temel olarak stator ve rotor denen parçalardan oluşur. Alternatörün rotorundaki sargılardan elektrik akımı geçirilerek bir manyetik alan elde edilir. Rotor, bir türbin vasıtası ile döndürüldüğünde rotorun manyetik etkisi altındaki stator sargılarından elektrik enerjisi elde edilir. Resim 1.1'de bir alternatörün stator ve rotoru görülmektedir. Küçük güçlü alternatörlerde stator elektromıknatıs olarak çalışır ve elektrik gerilimi rotor sargılarından elde edilir.

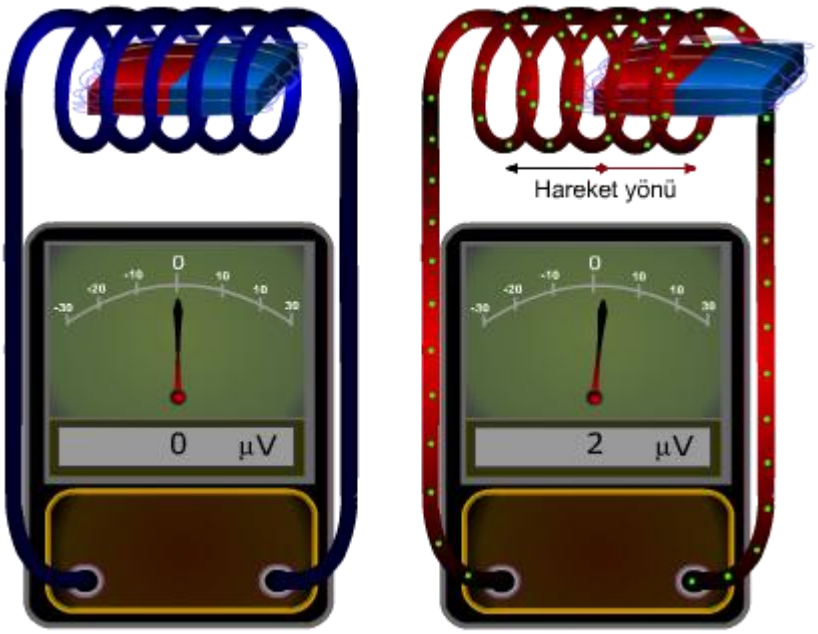
Bir alternatörün çalışmasını anlamak için manyetizma ile elektrik enerjisi elde etmeyi anlamak faydalı olacaktır. Bu amaçla kullanılan iki yöntem mevcuttur. Elektrik enerjisi, çoğunlukla bir manyetik alanın etkisindeki iletken hareket ettirilerek elde edilir. Manyetik alanın hareketi ile de elektrik enerjisi (gerilimi) elde edilmektedir.



Şekil 1.1: Bir elektrik santrali modeli

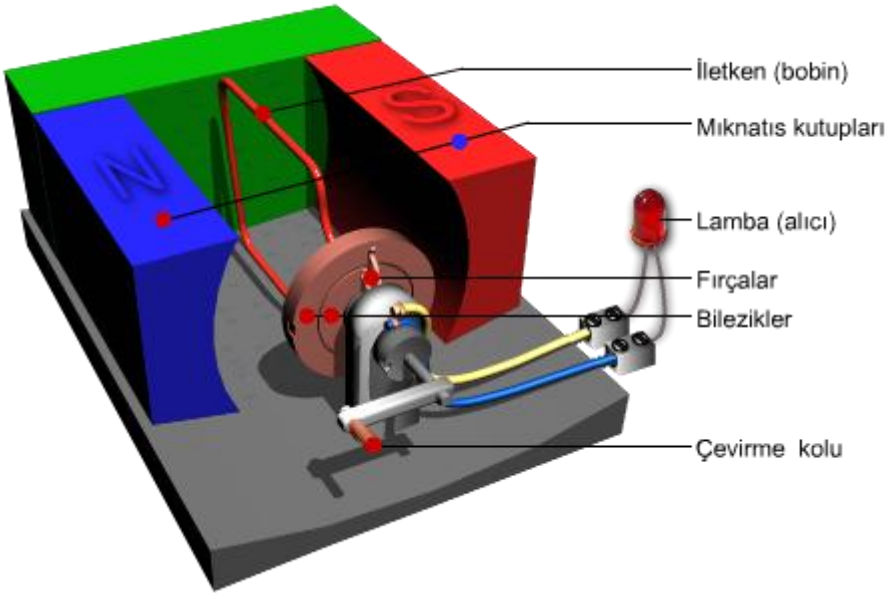
Resim 1.1: Bir alternatörün statoru ve rotoru

Şekil 1.2'deki birinci şekilde görüldüğü gibi hem mıknatıs (manyetik alan) hem de iletken sabittir. Bu durumda telden akım geçmez. Mıknatıs hareket ettirildiğinde iletkenden çok küçük de olsa bir akımın geçtiği gözlenir.



Şekil 1.2: Manyetizma ile elektrik enerjisi elde etme

Bir alternatörün çalışma prensibi aslında oldukça basittir. Bir iletken mıknatıs kutupları arasında hareket ettirildiğinde iletkende bir elektrik enerjisi oluşur. İletkenin hareketi alternatörlerde dönme şeklinde bir harekettir.



Şekil 1.3: Alternatör modeli

Şekil 1.3'te kol çevrildiğinde tek sarımlık bobin olarak kullanılan iletken dönecektir. Mıknatısın manyetik etkisi altında kalan iletken uçlarında gerilim oluşacaktır. Bu gerilim devreden bir akımın doğmasına yol açacak ve devrede dolaşan akım ile lamba yanacaktır.

Akım, alan etkisindeki iletkenin bir ucundan bileziğe, oradan da bileziğe temas eden fırçaya geçecektir. Fırçadan çıkan akım alıcıyı dolaştıktan sonra diğer fırçaya gelecek, oradan diğer bileziğe geçecek ve bilezikten de iletkenin diğer ucuna dönerek devreyi tamamlayacaktır.

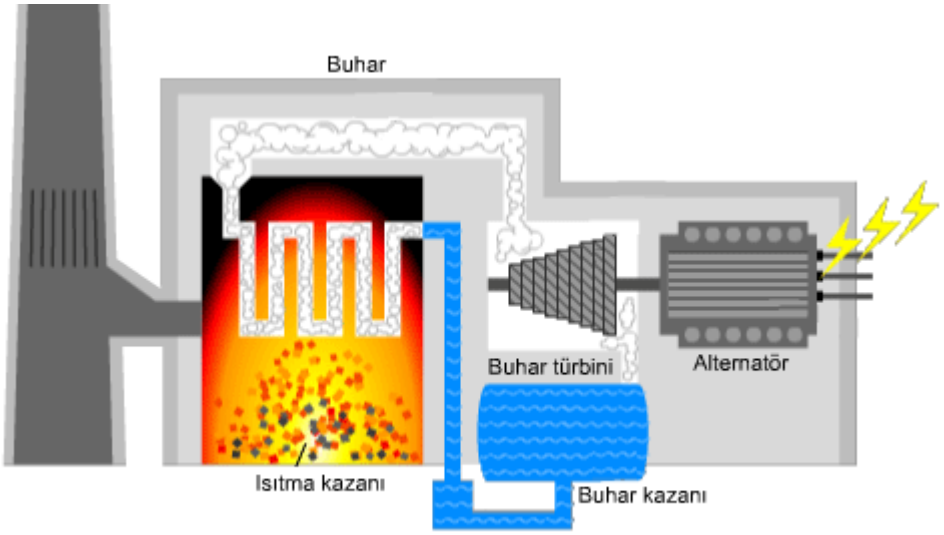
Devredeki lambanın ışık şiddeti mıknatısın gücüne, kullanılan iletkenin uzunluğuna ve iletkenin dönüş hızına göre az ya da çok olacaktır. Kol bırakıldığında ise telin dönüşü de duracak ve telden akım geçmeyeceği için lamba sönecektir.

Büyük güçlü alternatörlerde elektromıknatıs dönen kısım yani rotordur. Elektrik enerjisi duran kısım olan statorda yer alan sargılardan elde edilir.

Santral kurulumunda kurulum, bakım, enerji maliyetleri, temizlik ve sürdürülebilirlik gibi ölçütler büyük önem arz eder. Santraller birkaç tipin dışında geleneksel olarak alternatör rotorunu döndüren türbinlerin ne ile döndürüldüğüne göre sınıflandırılır.

1.1.1. Termik Kaynaklar

Termik kelimesi ısı ya da ısı ile ilgili (ısıl-ısısal) anlamında kullanılmaktadır. Bu nedenle termik santral ifadesi öncelikle ısı prensibi ile işleyen santral anlamına gelmektedir.



Şekil 1.4: Kömür yakıtlı termik santral modeli

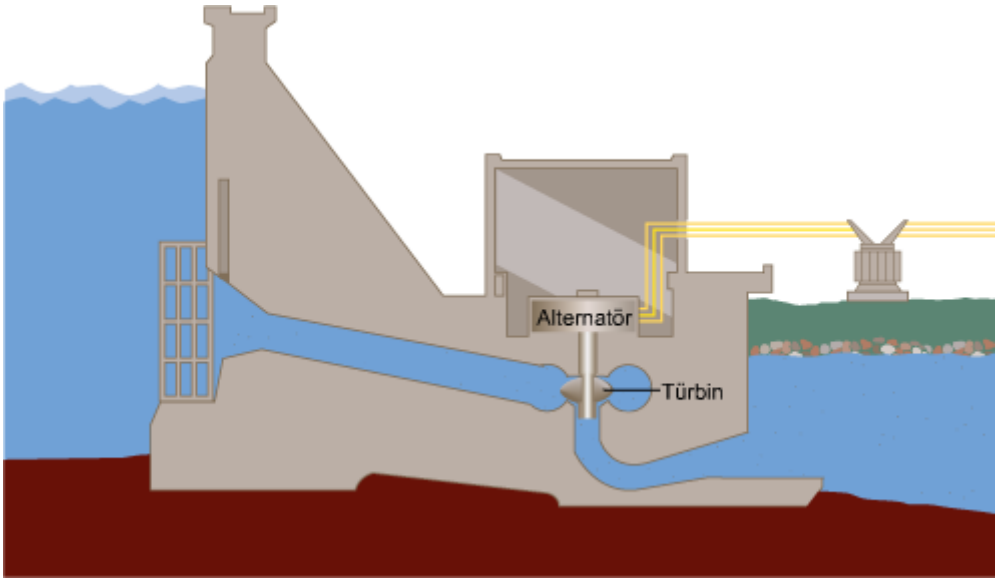
Kömür, petrol ve ürünleri, doğal gaz gibi fosil kaynaklı yakıtların yakılarak tanklarda ısıtılan su, yüksek basınçlı buhar hâline getirilir. Elde edilen yüksek basınçlı buhar, borularla taşınarak buhar türbininin döndürülmesi sağlanır
Şekil 1.4).

Termik santrallerin ilk kurulum masrafları hidrolik santrallere göre daha azdır ancak yakıt masrafları ve yakılan yakıtın açığa çıkarttığı atıklar nedeniyle zaman ilerledikçe pahalı olmaya başlar. Ayrıca kullanılan yakıtlar nedeniyle çevreye zarar verir. Alınan önlemlerle bu zararlar nispeten asgari seviyede tutulabilir.

Yakıta endeksli santral olmaları nedeniyle üretilecek enerji miktarının kontrol edilebilir olması bu santrallerin en önemli avantajıdır. Buna karşın uzun vadede kullandıkları yakıtların tükenme riski söz konusudur. Ayrıca devreye sokulmaları zaman alır ve masraflıdır.

1.1.2.Hidrolik Kaynaklar

Yenilenebilir enerji kaynaklarından biri olan hidrolik enerji, yenilenebilir enerji kaynakları içinde teknoloji gelişimi en ileri düzeyde olan enerji kaynağıdır. Kullanılmakta olan en eski enerji kaynaklarından biri olan hidrolik enerjinin kaynağı sudur. Bu nedenle hidroelektrik santraller bir su kaynağı üzerinde olmak zorundadır. Elektriği uzun mesafelere ileten teknoloji bulunduktan sonra hidrolik enerji daha da çok kullanılır olmuştur. Hidroelektrik santraller akan suyun gücünü elektriğe dönüştürür. Akan su içindeki enerji miktarını, suyun akış ya da düşüş hızı belirler.Barajlarda tutulan su, cebri boru olarak adlandırılan borular içerisinden türbine ulaştırılır ve yüksek bir basınçla türbine vuran su kütlesi türbini döndürür (Şekil 1.5). Türbin dönerken türbine bağlı alternatör mili de döneceğinden alternatör elektrik enerjisi üretir.



Şekil 1.6: Hidrolik santral modeli

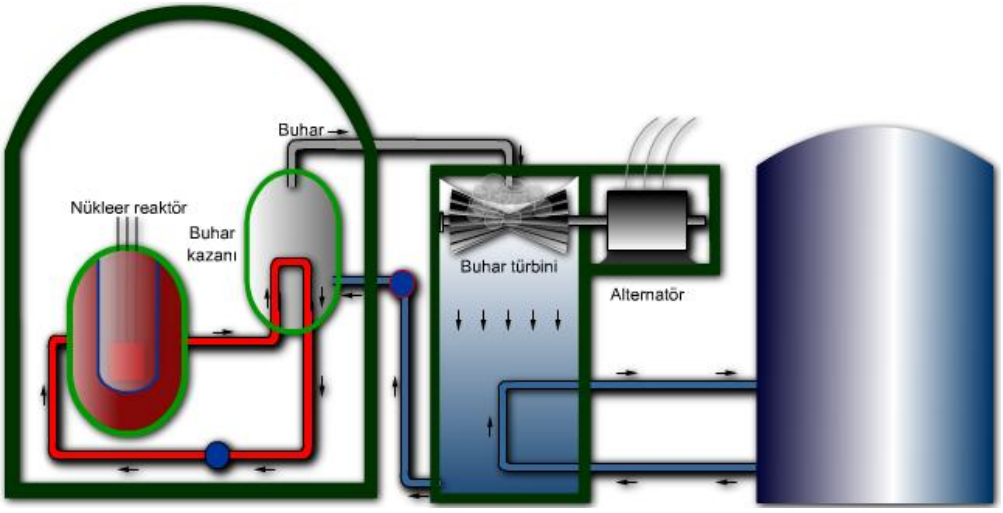
Hidroelektrik santraller uygun yerlere kurulmaları şartıyla kurulumdan sonra çevreye çoğunlukla zarar vermez. Kurulum masrafları bakımından termik santrallere göre daha pahalıdır. Bakım masrafları bakımından termik santrallere göre çok daha düşüktür çünkü daha az bakıma ihtiyaç gösterir. Bu nedenle uzun vadede daha ucuz enerji temin eder.

Hidroelektrik santrallerin, termik santrallere göre en önemli avantajı çok hızlı bir şekilde devreye sokulabilmeleridir. Ayrıca barajda biriken su başka amaçlarla da kullanılabilmektedir. En önemli dezavantajı, barajda biriken su miktarının (iklim nedeniyle) kontrol edilememesidir.

1.1.3.Nükleer Kaynaklar

Nükleer kaynaklar, uranyum, plütonyum gibi elementlerin tepkimeye sokularak ısı üretilmesi prensibine göre çalışır. Elde edilen ısı, termik santrallerdeki gibi suyun ısıtılması ve yüksek basınçlı buhar elde edilmesinde kullanılır. Elde edilen bu buhar, buhar türbinini ve dolayısıyla da alternatörün döndürülmesinde kullanılır. Alternatör mili dönünce de elektrik enerjisi elde edilir (Şekil 1.7).

Nükleer santraller ilerleyen zamanlarda radyoaktif atıkların muhafazası da dikkate alındığında hem güvenlik hem de verimlilik bakımından diğer santrallerden daha avantajlı değildir. Nükleer santraller çok güvenli bir şekilde işletilemezse radyoaktif sızıntılar gerçekleşebilir ve bu sızıntıların ulaştığı bölgelerde canlılar ve bitki örtüsü üzerinde çeşitli hastalıklara, kalıcı hasarlara neden olur.



Şekil 1.7: Nükleer santral modeli

1.1.4. Diğer Kaynaklar

Yukarıda anlatılan kaynaklar hem eskiden beri kullanılan hem de enerji miktarı bakımından yüksek enerji potansiyeline sahip kaynaklardır. Bu kaynakların dışında farklı alternatif enerji kaynakları da mevcuttur.

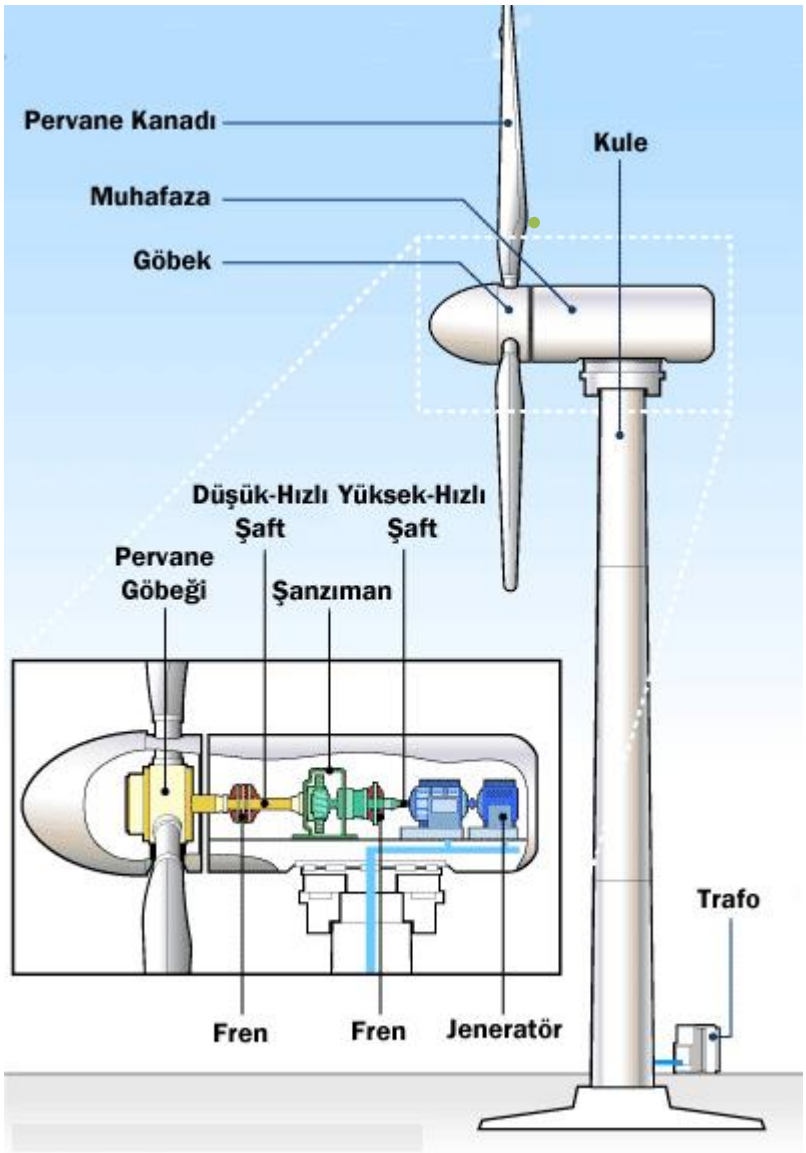
1.1.4.1.Rüzgâr Enerjisi

Rüzgârdan elektrik enerjisi, yüksek kulelerin üzerine monte edilen rüzgâr türbinleri yardımıyla üretilebilmektedir. Gelen hava, türbinleri döndürmektedir. Türbin kanatlarının

bağlı olduğu mil de jeneratörü çalıştırmaktadır. Üretilen elektrik enerjisi kablolar ile rüzgâr türbini kulesindeki enerji panosuna alınır. Rüzgâr türbinleri gelen rüzgârın yönüne göre konum alabilmekte ve mekanik veya güç elektroniği devreleri ile otomatik olarak kontrol edilmektedir (Resim 1.2). Rüzgâr enerjisi sistemleri uygun yerlere kurulması kaydıyla temiz enerji temin eder.

Resim 1.2: Rüzgâr türbinleri

Şekil 1.8'de rüzgâr türbini ve iç yapısı görülmektedir. Kanatlar kendi ekseninde hareket edebilmekte ve yüksek hızlardaki rüzgârlarda oluşabilecek zararları önlemek için frenleme yapılabilmektedir. Rüzgâr enerji santrallerinden en yüksek verimi elde edebilmek için rüzgâr hızının yıllık olarak belirli bir ortalamanın üstünde ve sürekli olduğu alanlarda türbinlerin kurulması gerekmektedir. Elektriğin temiz ve yenilenebilir kaynağı olan rüzgâr enerjisi, dünyada elektrik enerjisine en kolay ve çabuk dönüştürülebilen bir enerjidir. Rüzgâr enerjisinden elektrik enerjisine dönüşüm, yenilenebilir enerji teknolojilerinin en hızlı ilerleme kaydedilen alandır. Rüzgâr enerjisi, tamamen doğal bir kaynak olarak kirliliğe neden olmayan ve tükenme olasılığı bulunmayan bir enerji kaynağıdır.



Şekil 1.8: Rüzgâr türbini ve iç yapısı

1.1.4.2.Güneş Enerjisi

Güneş enerjisinden elektrik enerjisi elde etmek için yaygın olarak kullanılan iki yöntem mevcuttur.

- Güneş ışığını belli merkezlerde odaklayıp bazı sıvıların buhara dönüştürülerek bir alternatörün döndürülmesi yoluyla
- Bazı yarı iletkenler (fotovoltaik piller) vasıtasıyla

Resim 1.2: Güneş panelleri

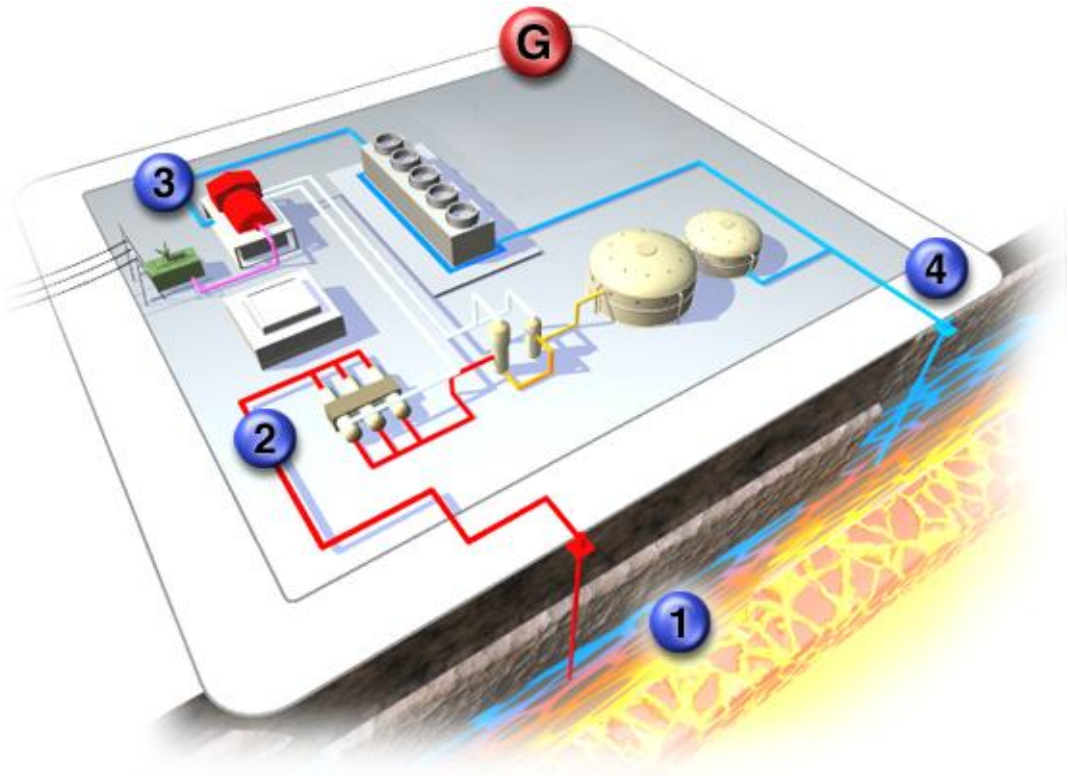
Güneş enerjisini doğrudan elektrik enerjisine dönüştürmek için fotovoltaik sistemler (güneş pili sistemi) kullanılır. Bu sistemlerde güneş izleme düzeni ve elektronik güç dönüştürücüleri kullanılarak her an mümkün olan en yüksek güneş enerjisinden yararlanılır. Güneş enerjisinin kullanıldığı güneş elektrik santralleri, güneş enerjisini doğrudan elektrik enerjisine dönüştüren güneş hücreleri (solar cells) giderek yaygın kazanmaktadır.

Güneş panelleri hücre olarak da adlandırılan çok sayıdaki foto pilin seri-paralel bağlanması ile elde edilir ve nispeten yüksek güçlü sistemlerin oluşturulmasında kullanılır (Resim 1.2).

Fotovoltaik güç sistemleri diğer elektrik enerjisi üretim sistemleri ile karşılaştırıldığında günümüzde çok pahalı olarak görünseler de yakın gelecekte güç üretimine önemli katkısı olabilecek sistemler olarak değerlendirilmekte ve konu üzerinde tüm dünyada yoğun araştırma ve çalışmalar sürdürülmektedir.

1.1.4.3. Jeotermal Enerji

Jeotermal kaynak, jeolojik yapıya bağlı olarak yer kabuğu ısısının etkisiyle sıcaklığı sürekli olarak bölgesel atmosferik yıllık ortalama sıcaklığın üzerinde olan, çevresindeki sulara göre daha fazla miktarda erimiş madde ve gaz içerebilen, doğal olarak çıkan ya da çıkarılan su, buhar ve gazlar ile yer altına insan düzenlemeleri vasıtasıyla gönderilerek yer kabuğu ya da kızgın kuru kayaların ısısı ile ısıtılarak su, buhar ve gazların elde edildiği yerleri ifade eder. Jeotermal enerjinin elektrik enerjisine dönüştürülebilmesi için derinlerdeki bu sıcaklığın borularla taşınan su ile yüzeye çıkarılması gerekmektedir.



Şekil 1.9: Jeotermal santral modeli

Bazı kaynaklarda sıcak su kendiliğinden yüzeye çıkarken diğer bazı kaynaklarda sıcak katmana gönderilen suyun ısındıktan sonra yüzeye alınması şeklinde gerçekleşir.

Sondaj çalışmalarının zorluğu, su taşıyan boruların kimyasal etkilerle sık sık aşınması gibi etkenler bu santrallerin olumsuz özellikleridir.

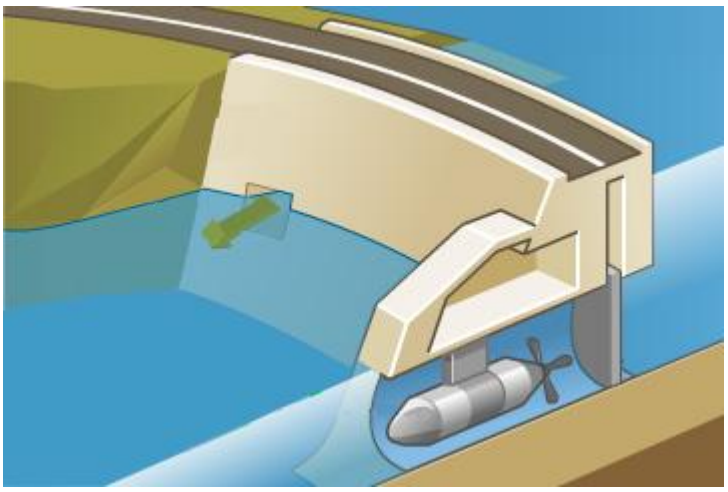
Yer altından alınan sıcak su, buhar kazanında buhar hâline getirilerek buhar türbininin dönmesi sağlanır. Türbin alternatörü döndürerek jeotermal enerjinin elektrik enerjisine dönüştürülmesi gerçekleşmiş olur (Şekil 1.9).

1.1.4.4. Gelgit

Bilindiği gibi ayın konumuna bağlı olarak denizlerde yükselme ve alçalma gözlemlenir. Bu olaya bağlı olarak deniz suyunun değişik zamanlardaki seviye farkından kaynaklanan potansiyel enerjiye gelgit enerjisi denir.

Gelgit enerjisinin elektrik enerjisine dönüştürülebilmesi için Şekil 1.10'daki gibi su tutan bir baraja iki yönde dönebilen özel türbinlere ve bu türbinlerle döndürülen alternatörlere ihtiyaç duyulur.

Gelgit enerjisinden faydalanmada baraj hem dolarken ve hem de boşalırken elektrik enerjisi elde edilebilse de türbinler verimlilik açısından genellikle barajın boşalması esnasında devreye sokulur.



Şekil 1.10: Gelgit barajı dolması

Şekil 1.11: Gelgit barajı boşalırken dönen türbin

Deniz suyu yükselmeye başlayınca baraj kapağı açılır ve baraj dolmaya başlar (Şekil 1.10). Deniz suyu alçalmaya başlayınca baraj kapağı kapatılır. Deniz suyu seviyesi belli bir seviyeye indikten sonra türbinin olduğu yerdeki kapak açılarak su bırakılmaya başlanır. Barajdan su çıkarken türbinleri, türbinler de alternatörleri döndürerek suyun kinetik enerjisini elektrik enerjisine dönüştürür (Şekil 1.11).

Bu sistemin verimi hidroelektrik sistemlere yakındır. Ancak kurulum için uygun koylar gerektirdiğinden kullanımı kolay ve yaygın değildir.

1.1.4.5. Biyokütle Enerjisi

Odun, odun kömürü, hayvan dışkısı, tarım ürünleri ve orman sektörü organik atıkları, alkol ve metan mayalanması, çeşitli su bitkileri gibi canlı (biyolojik) kaynaklar yolu ile elde edilen enerji türüne biyokütle (biomass) enerjisi denilmektedir. Kısaca organik maddelerden çeşitli yollarla elde edilen enerji, biyokütle enerjisidir.

Daha çok ısınma amaçlı kullanılan bu enerjinin en eski bilinen ham maddesi; yakacak odun, odun kömürü ve hayvan gübresidir. Klasik yakma işlemi ile elde edilen bu tip biyokütle enerjisinin yanında enerji tarımı ürünlerinden, kentsel atıklardan, tarımsal endüstri atıklarından yakma işlemi ya da farklı teknikler kullanılarak katı, gaz ve sıvı yakıtlara çevrilerek biyokütle yakıt elde edilmesi, ısı ve elektrik üretilmesi mümkün olmaktadır.

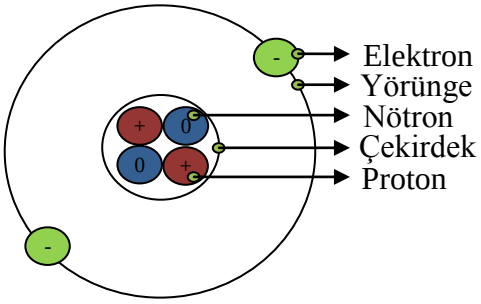
Biyokütlenin elektrik enerjisi üretiminde kullanılması termik santrallere benzer bir sistemle organik maddelerin doğrudan yakılarak oluşturulan ısıdan buhar elde edilerek türbinleri döndürmesi ve jeneratörlerden elektrik üretilmesi şeklinde olabilmektedir. Ayrıca değişik tekniklerle biyokütleden elde edilen biyogazın kullanımı ile kombine çevrim gaz santrallerine benzer bir sistemle elektrik üretilebilmektedir.

1.2. Atomun Yapısı ve Elektron Teorisi

Atom, onlarca küçük parçacıktan oluşsa da maddenin en temel yapı birimi olarak kabul edilmektedir. Elektrik enerjisinin elde edilmesi, iletimi (taşınması) ve kullanılmasını anlamak için atomun yapısına ilişkin temel düzeyde bir bilgiye sahip olmak gerekmektedir.

1.2.1. Atomun Yapısı

Bir atom temelde iki kısım ve üç parçacıktan oluşur. Atomun merkezinde yer alan parçacıklar protonlar ve nötronlardır.



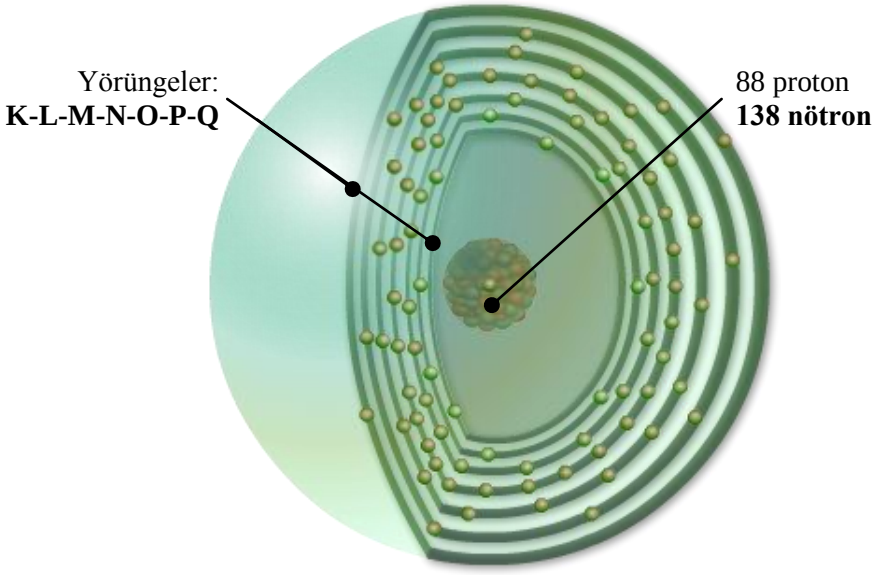
Şekil 1.12: Helyum (He) atom modeli

Protonlar ve nötronlar bir arada bulunur ve atomun çekirdeğini oluşturur. Elektronlar ise yörüngelerde bulunur (Şekil 1.12).

Şekilde görüldüğü gibi çekirdek parçacıklarından protonun elektriksel yükü pozitif (+) iken nötronun elektriksel yükü sıfır (0) yani yüksüzdür. Yörüngede dairesel olarak hareket eden elektronun yükü ise negatiftir.

Normal koşullarda bir atom yüksüzdür. Bir atomda normalde proton sayısı kadar nötron ve aynı sayıda elektron vardır. Bazı atomların proton ve nötron sayıları farklı olabilir. Proton sayıları aynı nötron sayıları farklı bu atomlara izotop atom denir.

Bir veya daha çok elektron kazanmış ya da yitirmiş bir atomdan (veya bir atom grubundan) oluşmuş elektrik yüklü parçacığa iyon denir. Pozitif (+) elektrik yüklü iyonlara katyon, negatif (–) elektrik yüklü iyonlara ise anyon denir.



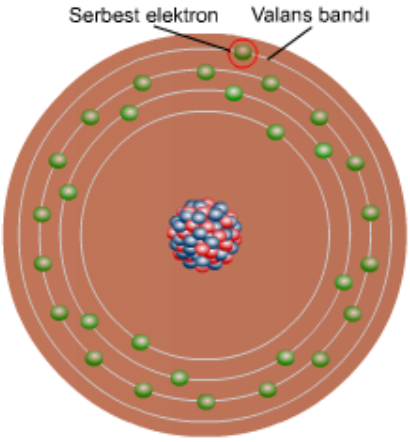
Şekil 1.13: Radon (Rn) atom modeli

Bir atom en az bir ve en fazla yedi (7) yörüngeden (K-L-M-N-O-P-Q) oluşur (Şekil 1.13).

Güncel bilgilerimize göre yüzün (100) üzerinde element vardır. Bir element aynı cins atomlardan oluşur. Madde, elementlerden oluştuğuna göre farklı atom yapıları söz konusudur. Atomların birbirlerinden farkları parçacık sayıları ve parçacık dizilimlerinden kaynaklanmaktadır. Örneğin, Şekil 1.12 ve Şekil 1.13'deki modeller, helyum ve radon atomlarını temsil ederken Şekil 1.13' deki model iyi bir iletken olan bakır elementinin atomunu temsil etmektedir.

1.2.2. Serbest (Valans) Elektronlar

Bir atomun son yörüngesine valans bandı denir. Valans bandında bulunan elektronlara serbest elektron, valans ya da değerlik elektronu denir (Şekil 1.14).



Şekil 1.14: Bakır (Cu) atomu modeli

Bir atomun valans bandındaki elektronlar (serbest elektronlar) atomun diğer elektronlarına göre daha fazla enerjiye sahiptir. Bu nedenle bazı elementlerin atomlarındaki bu elektronlar, düşük seviyeli enerjilerin etkisinde kaldıklarında (enerji aldıklarında) çekirdeğin çekim kuvvetini aşacak enerjiye sahip olur ve kendi atomundan kopabilir. Kazandıkları enerjiyi kaybettiklerinde ise ya geri döner ya da başka bir atomun son yörüngesine geçebilir.

Elektrik akımının iletimi serbest elektronların bu özellikleri sayesinde gerçekleşir.

1.2.3. Atom Yapısına Göre İletken ve Yalıtkan Tanımı

İletkenlik ve yalıtkanlık kavramları elektrik enerjisini kayıpsız taşıma ya da ondan korunma anlamında hayati öneme sahiptir.

İletken terimi kısaca elektrik akımını ileten, geçiren, taşıyan anlamında kullanılır. Yalıtkan ise iletkenin tam tersi anlamda yani elektrik akımını geçirmeyen anlamında kullanılmaktadır.

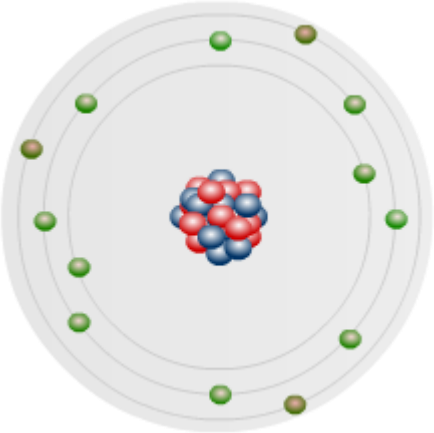
İletkenlik, katı maddeler ile sıvı ve gazlar açısından farklılık arz etmektedir. Katı maddelerde iletkenlik serbest elektronlara bağlı iken sıvı ve gazlarda temel etmen iyonlardır.

- **İletken**

Atomlarının son yörüngelerinde üç ya da daha az elektron bulunduran atomlardan oluşan maddelere iletken denir.

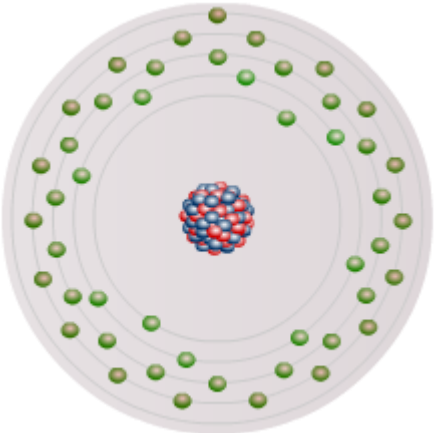
Örneğin, Şekil 1.15'te atom modeli verilen alüminyum bir iletkendir.

Metallerin bazıları ve sıvı hâldeki cıvanın iletkenliği valans (son yörünge) elektronları sayesinde gerçekleşir. Bu nedenle bu maddeler için doğal iletken tabiri kullanılabilir. Sıvı ve gazlarda iletkenliğin sağlanması için bazı koşulların yerine getirilmesi gerekmektedir. Bu konuda merakınızı giderecek bilgileri, 55. sayfadaki 2.1.2. Elektrik Akımının Metal, Sıvı ve Gazlardan Geçişi başlığı altında bulabilirsiniz.



Şekil 1.15: Alüminyum (Al) atom modeli

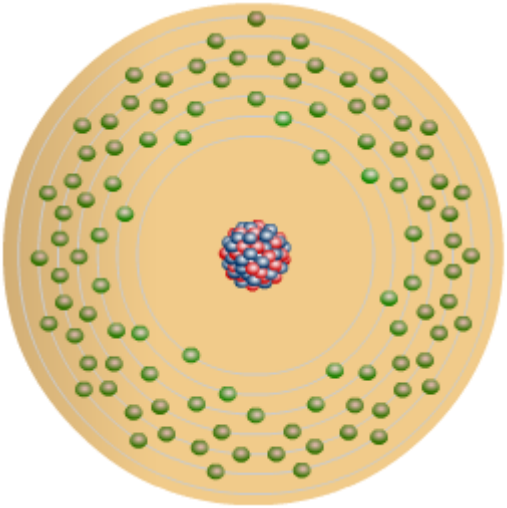
Atomlarının dış yörüngelerinde bir elektron bulunduran maddeler iki ya da üç elektron bulunduran maddelere göre daha iyi iletkendir. Aynı şekilde atomlarının dış yörüngelerinde iki elektron bulunduran maddeler üç elektron bulunduran maddelere göre daha iyi iletkendir. Buna göre Şekil 1.14'te atom modeli verilen bakır, Şekil 1.17'da atom modeli verilen altın ve Şekil 1.16'te atom modeli verilen gümüş, Şekil 1.15'te atom modeli verilen alüminyumdan daha iyi iletkendir.



Şekil 1.16: Gümüş (Ag) atom modeli

Bakır, altın ve gümüş atomlarının son yörüngelerinde aynı sayıda (bir) elektron bulunmasına rağmen bu elementlerin iletkenlik düzeyleri aynı değildir. Bu üç elementten en

iyi iletken olan gümüştür sonra sırası ile bakır ve altın gelir. Bunun nedeni, söz konusu elementlerin atomlarında bulunan son yörünge elektronlarının enerji seviyeleridir.



Şekil 1.17: Altın (Au) atom modeli

Atomlarındaki serbest elektronlarla akım taşıyan iletkenlere örnek olarak bakır, alüminyum, kurşun, platin, krom, altın, gümüş, demir, nikel gibi metaller verilebilir.

Not: Altın; gümüş ve bakıra göre iletkenlik bakımından daha iyi değildir ancak fiziksel özellikleri bakımından onlardan üstündür. Örneğin altın, fiziksel kuvvetlere ve paslanmaya karşı daha dayanıklıdır. Bu nedenle hassas devrelerde, paslanma nedeniyle temas direncinin artmasının istenmediği durumlarda, arklar nedeniyle kontakların aşınmasının istenmediği yerlerde malzeme üzerine kaplanarak kullanılmaktadır.

Gümüş ise fiziksel etkenlerin fazla olmadığı ama iletkenliğin ön planda olduğu devrelerde (yerlerde) kullanılır.

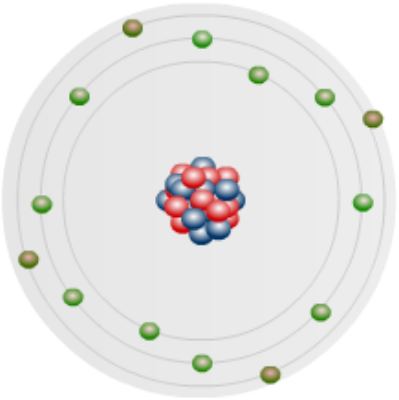
Bakır ise hem iyi bir iletken hem de diğerlerinden daha ucuz olduğu için en çok kullanılan iletkendir. Anlaşılacağı üzere bir iletkenin seçiminde performans-maliyet oranı, dış etkilere karşı dayanıklılık temel kriterlerdir.

- **Yarı iletkenler**

Atomlarının son yörüngelerinde dört (4) elektron bulunduran atomlardan oluşan maddelere yarı iletken denir.

Şekil 1.18'de en çok kullanılan yarı iletken maddelerden olan silisyumun atom modeli görülmektedir. Eğer silisyum atomlarından oluşan bir maddeye son yörüngesinde üç elektron bulunan bir madde eklenirse iki maddenin atomları arasında bir kovalent bağ oluşur. Ancak bağ yapısında bir elektron eksikliği meydana gelir. Uygun bir gerilimle edilen yeni madde iletken gibi davranır. Aynı şekilde silisyum maddeye son yörüngesinde 5 elektron bulunduran bir madde eklendiğinde ise oluşan kovalent bağ sonucu bir elektron fazlalığı

ortaya çıkar. Bu fazla elektron, uygun bir gerilimle metal iletkenlerdeki gibi serbest elektron gibi davranır. Bu da uygun voltajlarda yarı iletken malzemenin iletken olmasına neden olur.



Şekil 1.18: Silisyum (Si) atom modeli

Yarı iletken malzemelerin ana maddelerinden biri de germanyumdur. Katkı maddeleri ise arsenik, galyum gibi elementlerdir. Yarı iletken maddeler, yarı iletken devre elemanlarının yapımında kullanılır. Bu elemanlardan en bilineni led'dir (Resim 1.3).

Resim 1.3: Farklı renk ve tipte led'ler

Yarı iletken malzemelerin geliştirilmesi elektronik teknolojisinde bir çığır açmıştır. Bu sayede farklı işlevlere sahip devre elemanları geliştirilebildiği gibi çok küçük hacimlere sahip çip teknolojisinin gelişmesinde de büyük rol oynamıştır. Cebinizdeki telefonlarımızdan tutun da dizüstü bilgisayarlarımıza kadar çok işlevli ve küçük boyutlu cihazlarımızı yarı iletken teknolojisine borçluyuz.

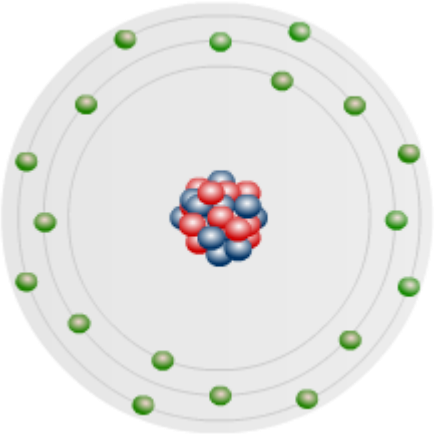
Televizyon kumandalarınızın göz (led) diye tabir edilen elemanının yarı iletken olduğunu ya da cep telefonunuza gelen sinyalin çok küçük olduğunu, sesi yarı iletken malzeme olan transistörlerle yükseltildikten sonra duyabildiğinizi biliyor muydunuz? Televizyonlarınızda, çamaşır makinelerinizde, otomobillerde yarı iletkenlerin kullanılıp kullanılmadığını araştırmaya ne dersiniz?

- **Yalıtkanlık**

Atomlarının son yörüngelerinde beş ve daha fazla elektron bulunduran maddelere yalıtkan denir.

Bir maddenin iyi bir yalıtkan olabilmesi için o maddeyi oluşturan atomların son yörüngelerinde sekiz ya da daha fazla elektron bulunması gerekir (Şekil 1.19). Son yörüngedeki elektron sayısı arttıkça yalıtkanlık kalitesi de artmaktadır.

Son yörüngesinde beş, altı ya da yedi elektron bulunduran atomlardan oluşan maddeler zayıf yalıtkanlardır. Belli bir gerilim değerinin üstünde yalıtkanlıklarını kaybeder ve iletken hâle gelir. Son yörüngesinde sekiz ve daha fazla elektron bulunduran atomlardan oluşan maddelerin elektrik akımını geçirmesi (delinmesi) ancak çok yüksek gerilimlerde söz konusu olabilir.



Şekil 1.19: Argon (Ar) atom modeli

Yalıtkan maddelere örnek olarak; cam, lastik, plastik, yağ, asfalt, fiberglas, porselen, seramik, mika, kuartz, kuru kumaş, kuru kağıt, kuru ağaç, hava, elmas ve saf su verilebilir.

Yalıtkan malzemeler, elektrik akımı kaçaklarını önlemek ve canlıları elektrik akımından korumak için kullanılır.

Not: Yalıtkanların elektrik akımına karşı nasıl davrandıklarını anlamak bakımından evlerinizdeki elektrik anahtarlarının işlevini hatırlamaya çalışınız. Anahtarların dış yüzeyleri iletken olsaydı anahtarları kullanabilir miydiniz?

1.3.Elektrik Yükü

Elektrik yüklerinin ve kuvvetlerinin varlığını anlamak için birkaç basit deney yapılabilir. Örneğin saçınızı taradıktan sonra tarağın küçük kağıt parçalarını çektiğini göreceksiniz. Sürtülmüş cam veya plastik gibi başka maddelerle de aynı olay gözlenebilir. Bu şekilde davranan cisimlerin elektriklenmiş veya elektrikle yüklenmiş olduklarını söyleyebiliriz. Bilindiği gibi atomların normal şartlarda proton ve elektron sayıları eşittir. Bunun anlamı, bir etkiye maruz kalmamış maddeler yüksüz (nötr) hâldedir.

Bir maddeyi oluşturan atomların bir kısmı ya da tamamında elektron sayıları ile proton sayıları arasında sayısal bir fark varsa bu madde elektriksel olarak yüklü bir maddedir. Şayet madde atomları elektron kaybetmişlerse pozitif (+) yüklü, elektron kazanmışlarsa negatif (-)

yüklü olacaktır. Pozitif (+) elektrik yüklü iyonlara katyon, negatif (–) elektrik yüklü iyonlara anyon denir. Bir cismin yükü doğal olarak kendi atomlarının yük ortalamasına eşit olacaktır.

1.3.1.Elektrik Yükü ve Birimi

Bir madde, atomlardan oluşur. Bir maddeyi oluşturan atomlar bir etki ile elektron kaybetmişlerse pozitif yüklenmiş, pozitif iyon durumuna geçmiştir. Aynı şekilde bu atomlar proton kaybetmişlerse negatif iyon durumuna geçmiştir.

Yüklü atomlardan oluşan bir madde de yüklü bir maddedir. Bu maddenin yük miktarı kendisini oluşturan atomların yüklerinin toplamına eşittir.

Bu durumda elektrik yükü, bir maddedeki atomların yüklerinin toplamı şeklinde tanımlanabilir.

Atomların yükleri, atomların proton sayıları ile elektron sayıları arasındaki farktan kaynaklanır.

Elektrik yükü, “Q” ya da “q” harfleri ile gösterilir. Elektrik yükünün birimi ise “Kulon” (Coulomb)’dur ve “C” ile gösterilir.

Not: Cisimlerin atomları iyon durumuna geçtikleri zaman elektrik yükü depolamış olur.

Alınan ya da verilen elektron sayısı birden fazla olduğunda gösterim E∓x şeklinde olmaktadır.

“E” harfi element ya da molekülü temsil ederken “x” harfi pozitiflik ya da negatifliğin miktarını belirtmektedir.

1 Kulon 624x1016 adet elektron ya da protonun yüküne eşittir.

Not: 20 W’lık bir lambadan 1 saniyede yaklaşık 5676 x 1014 (567600000000000000) elektronun geçtiğini biliyor muydunuz?

Buna göre evinizdeki ütünün gücünü öğrenin ve orantı yoluyla (ütünüz çalışırken) 1 saniyede ütünüzün rezistansından geçen elektron sayısını bulunuz.

1.3.2. Coulomb (Kulon) Kanunu

Bilindiği gibi iki cisimden birinin yükü diğerinden farklıysa yani biri pozitif yüklüyken diğeri negatif yüklüyse bu iki cisim arasında çekme kuvveti vardır. İki cisimden ikisinin yükü de aynıysa yani ikisi de pozitif ya da ikisi de negatif yüklüyse iki cisim arasında bir itme söz konusu olur.

Kulon Kanunu, cisimlerin elektriksel yüklerinin birbirlerine etkisini tanımlar ve açıklar. Buna göre:

- Elektrik yükleri arasında bir itme ya da çekme kuvveti vardır.
- Pozitif ve negatif olmak üzere iki cins elektrik yükü vardır. Aynı yükler arasında bir itme kuvveti, farklı cins yükler arasında ise bir çekim kuvveti mevcuttur.
- Yükler arasındaki kuvvet, yükleri birleştiren hat doğrultusundadır.
- İki yük arasındaki kuvvet, yükler arasındaki mesafenin karesi ile ters orantılıdır.
- İki yük arasındaki kuvvet, yüklerin çarpımlarıyla doğru orantılıdır.
- Yükler arasındaki kuvvet, yüklerin bulunduğu ortamdan etkilenir.

Kulon Kanunu dikkate alındığında iki yük arasındaki kuvvet kısaca yüklerin cinsine ve miktarına, aralarındaki uzaklığa ve yüklerin bulunduğu ortama bağlıdır, denilebilir.

Kulon Kanunu'na göre iki cisim arasındaki çekme kuvvetinin büyüklüğü, cisimlerden her birinin yüklerinin cinsi ve büyüklüğü ile doğru orantılı, aralarındaki uzaklıkla ise ters orantılıdır. Bu yargılara göre eşitlik aşağıdaki gibi oluşturulmuştur:

$F = \frac{9.10^9}{\in_r} * \frac{Q_1 * Q_2}{r^2}$ (N) şeklini alır.

Formülde yer alan simgelerin anlamları ve birimler aşağıda gösterildiği gibidir:

F : Yükler arasındaki kuvvet (Newton-N)
Q_1,Q_2 : Elektrik yükleri (Kulon-C)
r : Yükler arasındaki uzaklık (metre-m)
$\in^r$: Yüklerin bulunduğu ortamın bağıl dielektrik katsayısı
9.10^9 : MKS birim sistemine dönüşüm sayısı

Formülde $\in_r$, yüklerin bulunduğu ortamın bağıl dielektrik katsayısını simgelemektedir. Değişik ortamların dielektrik katsayıları Tablo 1.1'de görüldüğü gibidir.

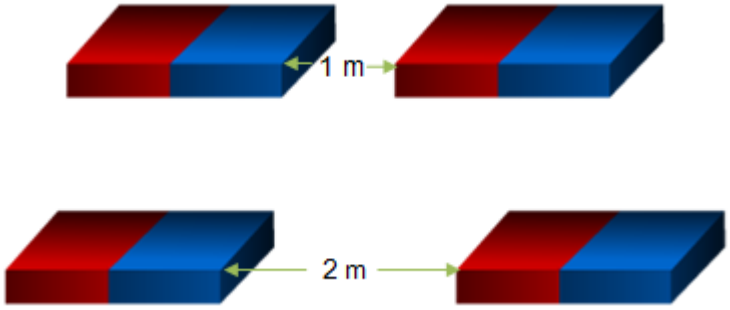
Yalıtkanın Cinsi	$\in^r$
Boşluk	1
Hava	1
Kuartz	4
Mika	5
Mermer	7
Bakalit	5.5
Presbant	5
Cam	7
Parafin	2
Ebonit	80

Tablo 1.1: Yalıtkanların bağıl dielektrik kat sayıları

Şayet cisimlerin bulunduğu ortam boşluk ya da hava ise formül aşağıdaki gibi olur:

$$F = \frac{9.10^9}{\in_r} * \frac{Q_1 * Q_2}{r^2} = \frac{9.10^9}{1} * \frac{Q_1 * Q_2}{r^2} = 9.10^9 . \frac{Q_1 * Q_2}{r^2} \text{ (N)}$$

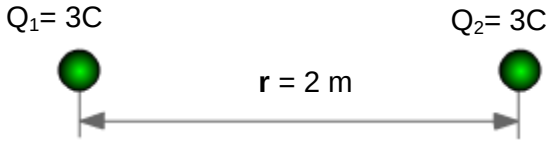
Yukarıdaki formülün doğruluğunu elinize iki mıknatıs alarak kısmen test edebilirsiniz. Mıknatısların zıt kutuplarını birbirlerine iyice yaklaştırdığınızda onları ayrı tutmakta zorlandığınızı hissedeceksiniz. Aynı kutupları yaklaştırdığınızda da birleştirmekte zorlanacaksınız. Mıknatısları birbirlerinden uzaklaştırdığınızda ise aralarındaki kuvvetin azaldığına göreceksiniz (Şekil 1.19).



Şekil 1.19: Yükler arasındaki kuvvetler

Örnek:

Şekil 1.20'de aralarında 1 metre bulunan iki yük arasında 10 N'luk bir kuvvet vardır. Buna göre aynı yüklere sahip fakat aralarında 2 metrelik mesafe bulunan iki yükün aralarındaki kuvvetin büyüklüğü ne olur?



Şekil 1.200: Yükler

Çözüm:

Kulon Kanunu'na göre iki cisim arasındaki çekme kuvvetinin büyüklüğü, cisimlerden her birinin yüklerinin cinsi ve büyüklüğü ile doğru orantılı, aralarındaki uzaklıkla ise ters orantılıdır. Buna göre:

$F = 10 / 2^2 = 10 / 4 = 2.5$ N

Örnek:

Aralarında 2 m uzaklık bulunan 3 C ve 4 C'luk iki yük (Şekil 1.200) arasındaki kuvvet nedir? (Ortam camdır.)

Çözüm:
$Q^1 = 3$ C
$Q^2 = 4$ C
$\in^r = 7$ (Tablo 1'den)

$$F = \frac{9.10^9}{\in_r} * \frac{Q1*Q2}{r^2} = \frac{9.10^9}{7} * \frac{3*4}{2^2}$$

$$F = \frac{9.10^9}{7} * \frac{12}{4} = \frac{108.10^9}{28} = 3.857.10^9 \text{ N}$$

1.3.3. Elektriklenme Yöntemleri

Bazen birine dokunduğunuzda bazen halının üzerinde yürürken ya da bazen televizyona çok yaklaştığınızda bir karıncalanma hissiyle tuhaf hissettiğiniz olmuştur. Bu duygu, vücudunuzun statik elektrik yüklenmesinden kaynaklanır.

1.3.3.1. Sürtünme İle Elektriklenme

Bir kış günündeyseniz bir balonu bir süre kazağınıza ya da süveterinize sürtünüz. Az sonra balonun süveterinize tutunduğunu göreceksiniz. Bunun nedeni, balonu süveterinize sürttüğünüzde balonun atomları süveter atomlarından elektron alarak negatif yükle yüklenirken elektron veren süveterinizin ise pozitif yükle yüklenmiş olmasıdır. İşte statik elektrik!

Bazen şapkanızı çıkardığınızda ya da saçınızı taradığınızda saçlarınızın dikildiğini hissedersiniz çünkü saçlarınızın atomları şapkanızın ya da tarağınızın atomlarına elektron vererek pozitif yükle yüklenir. Aynı yükle yüklenen saçlarınız da doğal olarak birbirlerini iter.

Resim 1.4'te statik elektrik yüklenmiş bir balon ve balon tarafından çekilen ufalanmış strafor parçaları görülmektedir. Siz de bir balonu saçınıza sürttükten sonra strafor parçalarına yaklaştırırsanız balonun strafor parçaların nasıl çektiğini görebilirsiniz.

Resim 1.4: Statik elektrikle yüklenmiş balon

Sürtünme ile elektriklenmede, yalıtkanlarda elektriklenme sadece sürtülen bölgelerde, iletkenlerde ise bütün iletken boyunca gerçekleşmektedir. Bunun nedeni, iletken atomlarındaki son yörünge elektronlarının yalıtkan atomlarındakilere göre çekirdekleri tarafından daha az bir kuvvetle çekilmesidir. Bu nedenle iletkenlerin bir bölgesindeki küçük bir yük değişikliğinin oluşturduğu enerji, bütün bir iletkene yayılır.

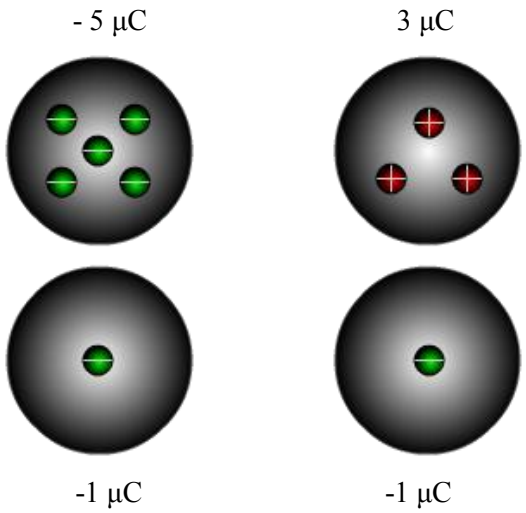
1.3.3.2. Dokunma ile Elektriklenme

Bir cismin elektrik yüklü olmasının, o cismin atomlarının proton ve elektron sayılarının farkına bağlı olduğunu hatırlayınız. Elektrik yüklü bir cismi başka bir cisme dokundurduğunuzda ya da yüksüz bir cismi yüklü bir cisme dokundurduğunuzda da cisimlerde birtakım değişmeler olur. Cisimlerden biri mevcut yükünün durumuna göre diğerinden elektron almış ve sonuçta iki cismin de yük değeri değişmiştir.

Yükleri farklı cinste ya da farklı değerde iki iletken cisim birbirlerine dokundurulduklarında cisimler arasında elektron transferi gerçekleşir. Elektron transferi aşağıda belirtilen şekillerde olur. İki zıt yüklü cisim birbirlerine dokundurulduklarında negatif yüklü cisimden pozitif yüklü cisme elektron geçişi olur. Cisimler birbirlerinden ayrıldıklarında iki cisim de aynı miktarda ve aynı cinste yüke sahiptir.

Aynı cins fakat farklı yüklerle yüklü iki cismin birbirlerine dokundurulmaları durumunda ise diğerine göre daha negatif yüklü olan cisimden daha pozitif olan cisme elektron akışı olur. Cisimler ayrıldıklarında iki cisimdeki yük miktarı eşit olur.

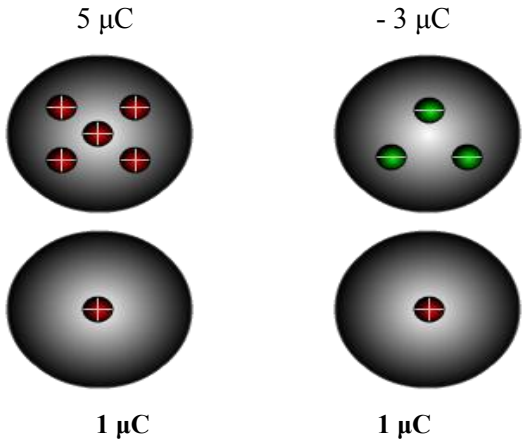
Farklı cinsteki yüklerde hem işaret hem de yük dağılımı değişir. Örneğin, -5 μC ve 3 μC'luk yüklere sahip iki cisim birbirlerine dokundurulup ayrıldıklarında iki cisim de (-5+3) / 2 = -1 μC'luk yüklere sahip olur. Böylece birinci cismin yük miktarı, ikinci cismin ise hem yük miktarı hem de yükün cinsi değişmiş olur (Şekil 1.211).



Şekil 1.211: Zıt yüklerde dokunma ile yük alışverişi

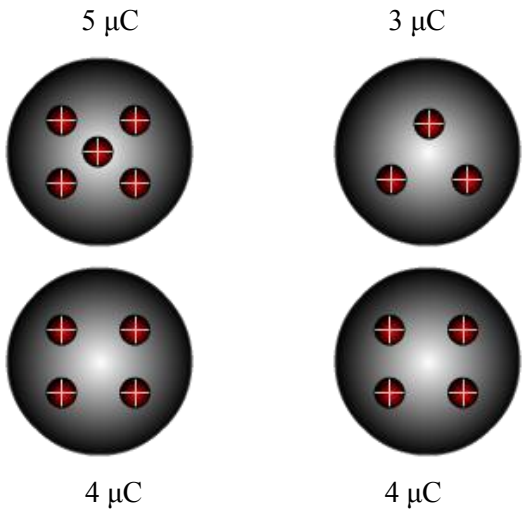
- -5 ve 3 μC'luk iki yüke sahip iki cisim birbirine dokundurulup ayrıldıklarında her bir cismin yükü:
  (-5 + –3) / 2 = -1 μC olur (Şekil 1.211).

- 5 ve -3 μC'luk iki yüke sahip iki cisim birbirine dokundurulup ayrıldıklarında her bir cismin yükü:
  (5 + (– 3)) / 2 = 1 μC olur (Şekil 1.2).



Şekil 1.22 : Zıt yüklerde dokunma ile yük alışverişi

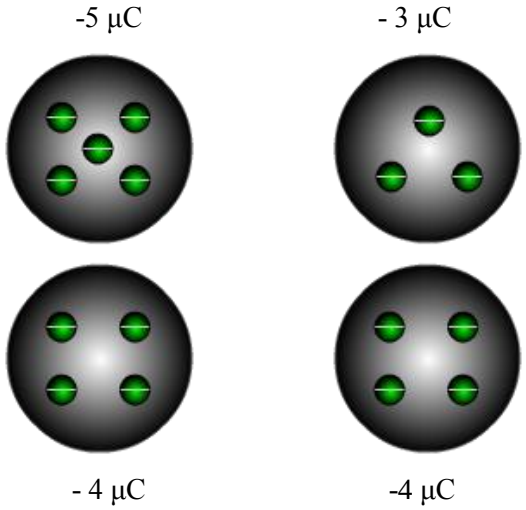
Aynı cins yükle yüklü cisimler de birbirlerine göre pozitif ya da negatif olabilir. Örneğin, Şekil 1.223'teki birinci yük ikinciye göre daha pozitiftir. Başka bir deyişle ikinci yük birinciye göre daha negatiftir.



Şekil 1.223: Aynı yüklerde dokunma ile yük alışverişi

Aynı cinsteki yüklerde sadece yük dağılımı değişir. Örneğin, 5 μC ve 3 μC'luk iki cisim birbirlerine dokundurulup ayrıldıklarında iki cismin yükü de 4 μC olur (Şekil 1.223).

Şekil 1.234'teki gibi – 5 μC ve -3 μC'luk negatif yüklere sahip iki cisim birbirlerine dokundurulup ayrıldıklarında iki cismin yükü de (-5 + (-3)) / 2 = -4 μC olur.



Şekil 1.234: Aynı yüklerde dokunma ile yük alış verişi

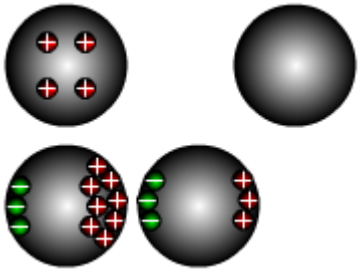
Cisimler arasındaki elektron transferinin nedeni, her atomun nötr hâlde kalma eğilimidir. Bu nedenle elektron fazlası olan (negatif yüklü) cisimlerdeki atomlar elektron vererek elektron eksikliği olan (pozitif yüklü) cisimlerdeki atomlar ise elektron alarak nötr

hâle gelmek ister. Görüldüğü gibi her iki durumda da cisimlerin birinden diğerine elektron transferi söz konusudur.

1.3.3.3.Etki ile Elektriklenme

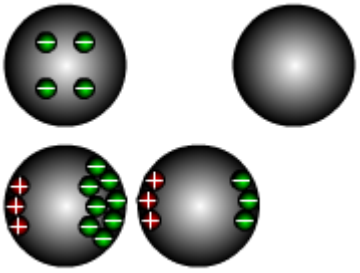
Cisimlerde bazı değişikliklerin olabilmesi için cisimlerin her zaman başka cisimlere dokundurulmaları gerekli değildir. Örneğin, bir kalorifer peteğine dokunarak ısındığınız gibi dokunmadan da ısınmaktasınız. Bunun gibi cisimlerin yük dağılımları da uygun mesafelerdeki başka cisimlerin yüklerini etkilemekte ve onlardan etkilenmektedir.

En az biri yüklü iki cisim birbirlerine yaklaştırıldığında cisimlerin birbirlerine yakın bölgeleri zıt yüklerle yüklenir. Bu olaya etki ile elektriklenme denir. Yüksüz bir cisim, pozitif yüklü bir cisme yaklaştırıldığında yüksüz cismin yüklü cisme yakın bölgelerinde negatif yüklerin, uzak bölgelerinde ise pozitif yüklerin toplandığı görülür (Şekil 1.245).



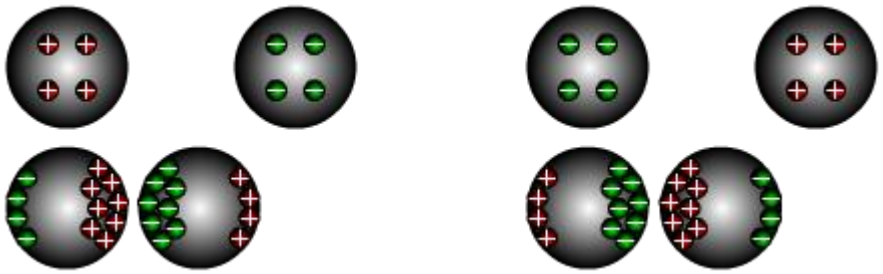
Şekil 1.245: Yüksüz ve pozitif yüklü cisimlerde etki ile elektriklenme

Yüksüz bir cisim, negatif yüklü bir cisme yaklaştırıldığında, yüksüz cismin yüklü cisme yakın bölgelerinde pozitif yüklerin, uzak bölgelerinde ise negatif yüklerin toplandığı görülür (Şekil 1.256).



Şekil 1.256: Yüksüz ve negatif yüklü cisimlerde etki ile elektriklenme

Pozitif yüklü bir cismin negatif yüklü bir cisme yaklaştırılması durumunda iki cismin birbirlerine yakın olan bölgelerinde bir yük yoğunlaşması, uzak bölgelerinde ise yük azalması görülür (Şekil 1.267).



Şekil 1.267: Zıt yüklü cisimlerde etki ile elektriklenme

1.4. Elektrik Alanı

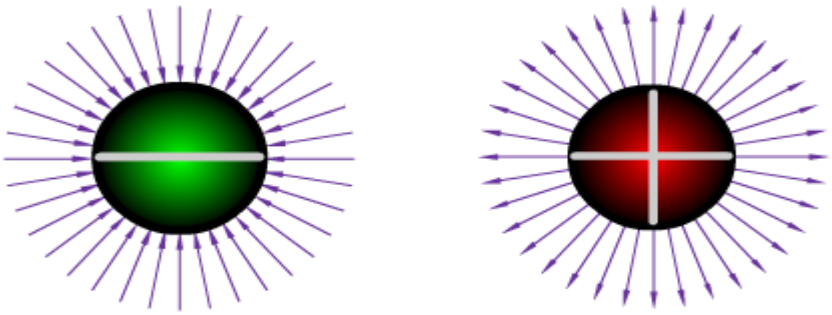
Elektrik yüklerinin etkisini gösterdiği alanlara **elektrik alanı** denir. Elektrik alanı içerisindeki yüklü cisimlere elektrik alanı tarafından bir kuvvet uygulanır. Bu kuvvet gözle görülemez, sadece etkileri görülebilir.

Elektrik alanının bir değeri, yönü ve doğrultusu vardır. Bu nedenle elektrik alanı vektörel bir büyüklüktür.

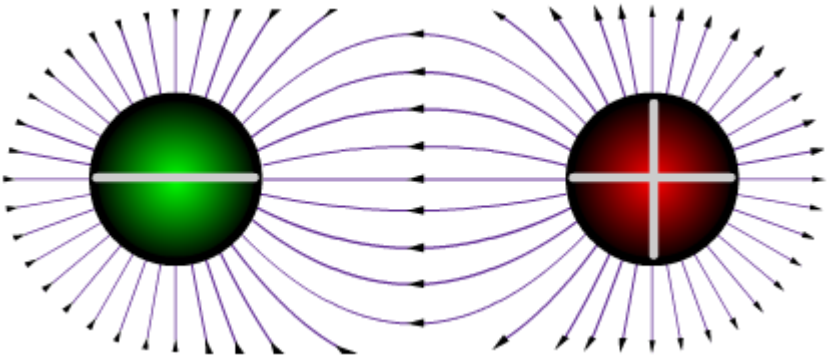
1.4.1. Elektrik Kuvvet Çizgileri

Elektrik alanının yüklü cisimlere uyguladığı kuvvet, kuvvet çizgileri ile temsil edilir. Elektrik kuvvet çizgilerinin özellikleri aşağıdaki gibidir:

- Pozitif yükte kuvvet çizgileri yükten dışarıya doğru, negatif yükte ise içeriye doğrudur (Şekil 1.278).
- Kuvvet çizgileri birbirlerini kesmez (Şekil 1.278).
- Kuvvet çizgileri girdikleri ve çıktıkları yüzeylere diktir (Şekil 1.278).



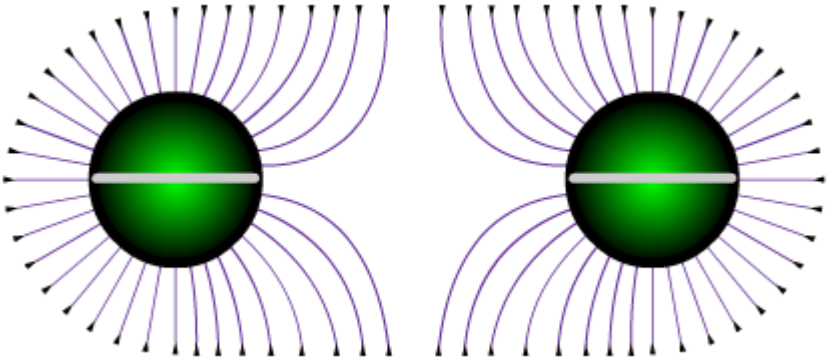
Şekil 1.278: Negatif ve pozitif yüklerde manyetik kuvvet çizgileri



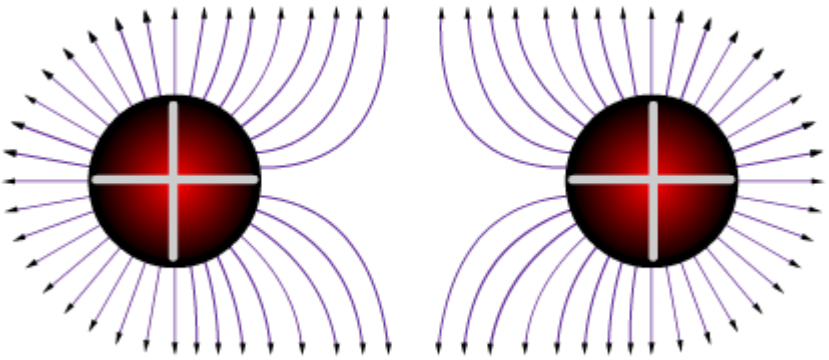
Şekil 1.2928: Zıt yüklerde manyetik kuvvet çizgilerinin durumu

- Zıt yüklerin kuvvet çizgileri arasında bir çekim kuvveti vardır. Kuvvet çizgilerinin yönü, pozitif yüklü cisimden negatif yüklü cisme doğrudur (Şekil 1.292829).

- Aynı cinsteki yüklerin kuvvet çizgileri arasında bir itme kuvveti vardır (Şekil 1.290 ve Şekil 1.301).



Şekil 1.290: Negatif yüklerde manyetik kuvvet çizgilerinin durumu



Şekil 1.301: Pozitif yüklerde manyetik kuvvet çizgilerinin durumu

1.4.2.Elektrik Alanı ve Alan Şiddeti

Elektrik alan şiddeti, elektrik alanının büyüklüğünü (değerini) ifade eder ve "**E**" harfi ile gösterilir. Elektrik alanı içerisindeki bir noktanın alan şiddetinin değeri, o noktada bulunduğu varsayılan birim pozitif yüke etkiyen kuvvet miktarı olarak bilinir.

Elektrik alan şiddeti E= $\frac{F}{Q}$ eşitliği ile bulunur.

Yukarıdaki formülden yararlanılarak E = k. $\frac{Q}{r^2}$ şeklinde de ifade edilir.

E : Elektrik alan şiddeti V/m
F : Yükler arasındaki kuvvet (Newton-N)
Q : Elektrik yükü (Kulon-C)
r : Yükler arasındaki uzaklık (metre-m)
$\in^r$: Yüklerin bulunduğu ortamın bağıl dielektrik katsayısı
9.10^9 : MKS birim sistemine dönüşüm sayısı

Örnek:
5 µC'luk bir yükten 2 metre uzaklıktaki bir a noktasının elektrik alan şiddetini bulunuz (Ortam havadır.).

Cevap:
Önce µC cinsinden verilen değerin C cinsine çevrilmesi gerekmektedir. Bunun için 1µC = 10^{-6} C olduğu hatırlanarak 5µC = 5.10^{-6} C ifadesi yazılabilir.

Formülümüz E = $\frac{(9.10^9).Q}{\in_r .r^2}$ olduğuna göre değerler yerlerine konulduğunda (Tablo 1.1'den $\in_r$ = 1)

E = $\frac{(9.10^9).(5.10^{-6})}{1.2^2}$ = $\frac{45.10^3}{4}$ = 11250 V/m sonucu elde edilir.

Örnek 2:
Parafinle dolu bir kabın içindeki bir a noktasında 2µC'luk bir yük bulunmaktadır. Bu yükün "b" diye adlandırılan bir noktaya etki eden elektrik alan şiddetinin değeri 1000 V/m olduğuna göre "a" ve "b" noktaları arasındaki mesafeyi bulunuz.

Cevap 2:

2 µC = 2.10^{-6} C

E = $\frac{(9.10^9).Q}{\in_r .r^2}$ ve ε^r = 2 (Tablo 1.1)

Sonra da değerleri yerlerine koyduğumuzda 1000= $\frac{(9.10^9).(2.10^{-6})}{2.r^2}$ eşitliğini elde ederiz. Şimdi gerekli işlemleri yapalım ve eşitliği sadeleştirelim.

1000 = $\frac{18.10^3}{2.r^2}$ eşitliğinden $\frac{1000.2}{18.10^3} = \frac{1}{r^2}$ eşitliği elde edilir. Pay ve paydadaki sıfırlar sadeleştirildiğinde ise $\frac{2}{18} = \frac{1}{r^2}$ eşitliğini elde ederiz. Eşitliğin sol tarafındaki pay ve paydayı 2'ye böldüğümüzde $\frac{1}{9} = \frac{1}{r^2}$ eşitliğini elde ederiz. Burada eşitliğin her iki tarafını da ters çevirdiğimizde eşitliğin en sade biçimine ulaşırız. $9 = r^2$ Burada eşitliğin iki yanını da karekök içine aldığımızda $\sqrt{3^2} = \sqrt{r^2}$ eşitliğini elde ederiz ve eşitliğin her iki tarafını da kök dışına çıkardığımızda r = 3 m sonucunu buluruz.

1.5. Elektrik Potansiyeli

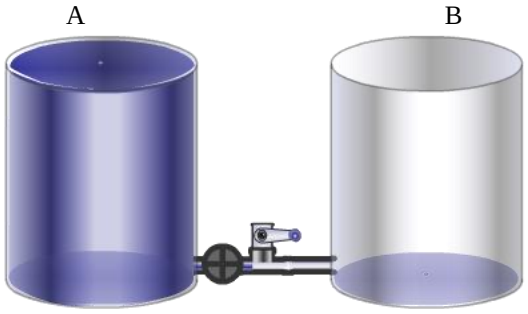
Yüklü bir cisim bir elektrik potansiyeline sahiptir. Elektrik potansiyeli olan bir cisim, potansiyelinin miktarına bağlı olarak çevresine bir elektrik alanı uygular.

1.5.1. Potansiyel ve Gerilim

Elektrik potansiyeli, bir elektrik alanının etkisindeki bir noktanın sahip olduğu elektrik yükü miktarına denir. "U" harfi ile gösterilir ve birimi "volt" (V)'tur.

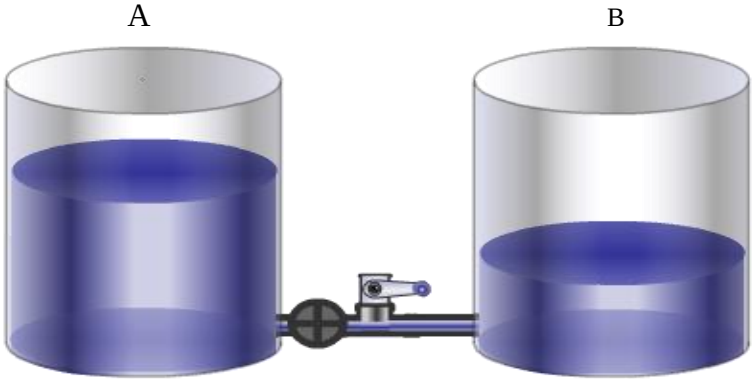
Potansiyel fark ya da gerilim ise bir noktanın ya da bir cismin yükünün başka bir nokta ya da cismin yüküyle olan farkına denir ve birimi "V"tur.

Şekil 1.312'te eşit hacimli iki varil görülmektedir. "A" varili dolu olduğuna göre bir potansiyele sahiptir. "B" varili ise boştur ve potansiyeli sıfırdır. Bu durumda varilleri birleştiren vana açılırsa "A" varilinden "B" variline sıvı akmaya başlayacaktır. Büyük potansiyelden küçük olana doğru bir transfer gerçekleşir.



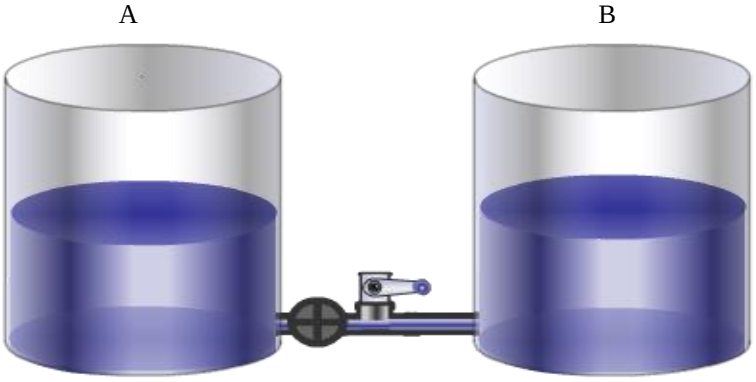
Şekil 1.312: Vana kapalı iken dolu ve boş kapların durumu

Şekil 1.323'te "A" varilinden "B" variline bir miktar sıvı transferi gerçekleştirildikten sonra vana kapatılmıştır. Peki, vana tekrar açılırsa ne olacak? Elbette ki "B" varili bir potansiyel kazanmış "A" ise potansiyel (sıvının yüksekliği) kaybetmiştir. Ancak "A" varilinin potansiyeli hâlâ "B" varilinden büyük olduğu için "A" dan "B" ye sıvı transferi devam edecektir.



Şekil 1.323: Farklı yükseklikteki sıvılar

Vana tekrar açılsın ve Şekil 1.334'teki gibi varillerdeki ispirto seviyeleri eşitlenene kadar açık kalsın. Bu durumda vana hâlâ açıkken sıvı akışı devam eder mi?



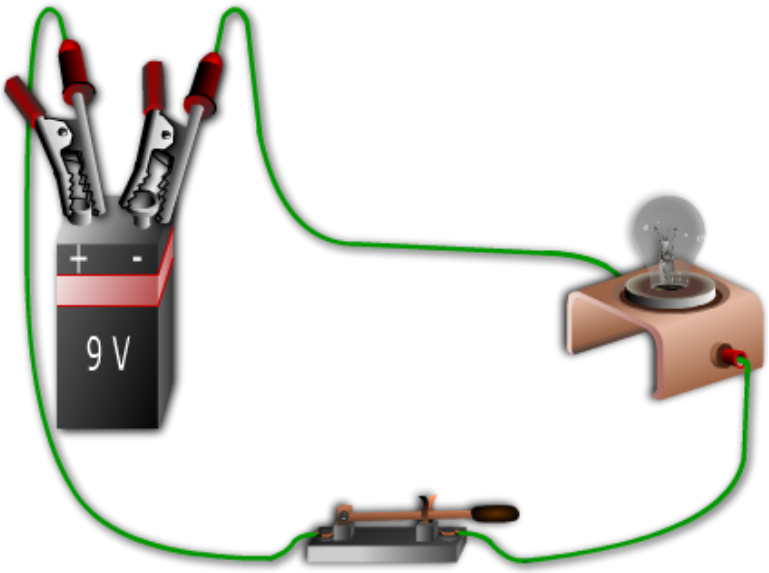
Şekil 1.334: Yükseklikleri eşit sıvılar

Şekil 1.334'de sıvı potansiyelleri (seviyeleri) eşitlendiği için artık bir sıvı akımının söz konusu olmadığını biliyorsunuz. Son durumda A ve B varillerinin her birinin bir potansiyeli vardır ancak sıvı akışının olabilmesi için bu potansiyellerden (sıvının kap içerisindeki yüksekliği) birinin diğerinden daha az ya da daha çok olması yani aralarında bir yükseklik farkının (potansiyel fark) olması gerekir. Bu yükseklik farkı elektrik yüklerinde potansiyel farka, başka bir deyişle gerilime karşılık gelmektedir.

Şekil 1.345'teki anahtar kapalı olduğu hâlde devrenin neden çalışmadığını cevaplayabilir misiniz? Eğer lambada, anahtarda ve kablolarda bir sorun yoksa lambanın yanmama nedeni elbette ki pildir. Pil bitmiştir ve artık devreden akım geçirememektedir.

Lambanın neden yanmadığı sorusuna dönersek pil kullanıldıkça negatif yüklü plakanın atomlarının son yörüngelerinden kopan elektronlar devre üzerinden dolanarak pozitif plakanın atomlarının son yörüngelerine girer. Tıpkı Şekil 1.33'te sıvı seviyeleri eşitlenince sıvı akışının durduğu gibi iki plakanın yükleri eşitlenmiş olduğu için pil bitmiştir yani plakalar arasında potansiyel fark kalmamış ve elektron akışı durmuştur.

Not: Bir pilin çalışması tam böyle değildir. Pil konusuna ilerleyen konularda değinilecektir.



Şekil 1.345: EMK'si 0 V olan kapalı bir devre

Bir elektrik alanında her noktanın potansiyel farkı (gerilimi) farklıdır. Bir noktadaki gerilimin etkisinde kaldığı yüke yaklaştıkça değerinin arttığı, uzaklaştıkça ise değerinin azaldığı görülür. Bu nedenle yüke yakın olan bir "a" noktasının yüke uzak olan bir "b" noktasından daha fazla bir gerilime sahip olduğu söylenebilir.

Şekil 1.356'daki a, b ve n yüklerinin potansiyel farkları (gerilimleri)

$U_a = \dfrac{(9.10^9).Q}{\in_r .r_a}$, $U_b = \dfrac{(9.10^9).Q}{\in_r .r_b}$ ve $U_n = \dfrac{(9.10^9).Q}{\in_r .r_n}$ şeklinde formüle edilebilir.

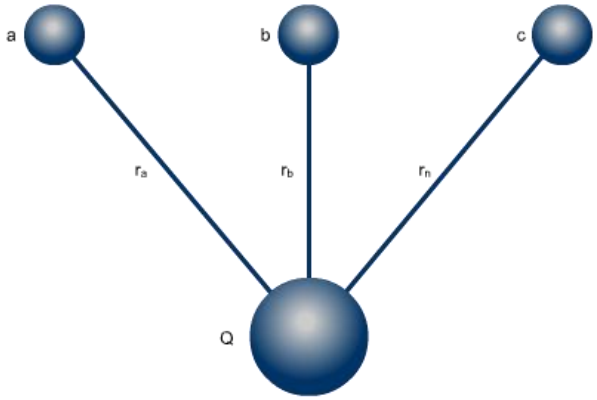
Formülü basitleştirmek için sabit ve bağıl katsayıları k ile ifade ettiğimizde yeni formüller aşağıdaki gibi olacaktır:

$U_a = k.\dfrac{Q}{r_a}$, $U_b = k.\dfrac{Q}{r_b}$ ve $U_n = k.\dfrac{Q}{r_n}$

Buna göre Şekil 1.356'da rb < ra = rc olduğuna göre a ve c noktalarının potansiyelleri eşit, b noktasının potansiyeli ise onlardan büyüktür.

Yukarıdaki eşitliklerden biri (örneğin Ua) dikkate alındığında formülde kullanılan simgelerin anlamları ve birimleri aşağıdaki gibidir:

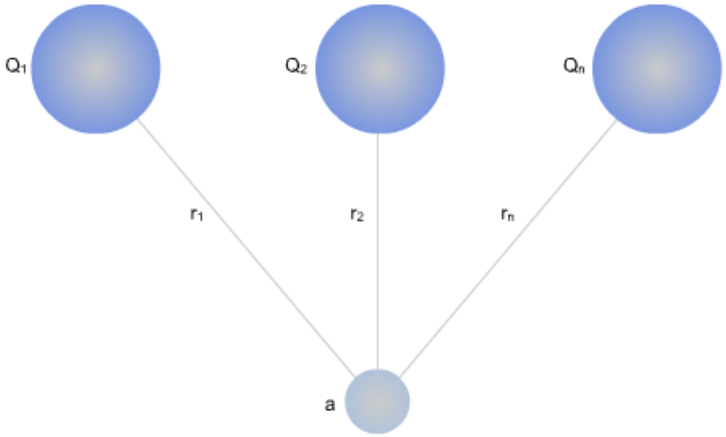
U_a **:** A noktasının potansiyeli (Volt-V)
k **:**Yükün bulunduğu ortama ve kullanılan birim sistemine bağlı olan katsayı
Q **:**Elektrik yükü (Culon-C)
r_a **:** A noktasının Q yüküne olan uzaklığı (metre-m)



Şekil 1.356: Bir yükün etkisindeki farklı noktalar

Şekil 1.356'daki iki noktanın, örneğin a ve b noktaları arasındaki potansiyel fark ise aşağıdaki gibi bulunabilir.

$$U_{ab} = U_a - U_b = k.Q\left(\frac{1}{r_a} - \frac{1}{r_b}\right)$$



Şekil 1.37: Bir noktaya etkiyen farklı yükler

Şekil 1.7'de ise farklı yüklerin etkisindeki bir "a" noktası görülmektedir. "A" noktasının potansiyeli aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$U_a = k.\frac{Q_1}{r_1} + k.\frac{Q_2}{r_2} + k.\frac{Q_n}{r_n}$$

Örnek:

4 μC'luk bir yükten 2 m uzaklıktaki bir x noktasının ve 3 m uzaklıktaki bir "y" noktasının gerilimlerini bulunuz ($\in_r = 1$; $k = 9.10^9$).

Cevap:

μC'u C'a çevirmeyi unutmayınız. 4 μC = 4.10^{-6} C

$$U_x = k.\frac{Q}{r_x} = \frac{(9.10^9).(4.10^{-6})}{1.2} = \frac{36.10^3}{2} = \frac{36000}{2} = 18000 \text{ V}$$

$$U_y = k.\frac{(9.10^9).Q}{r_y} = \frac{(9.10^9).(4.10^{-6})}{1.3} = \frac{36*10^3}{3} = \frac{36000}{3} = 12000\text{V}$$

Örnek:

Örnek 1'deki x ve y noktaları arasındaki potansiyel farkı (gerilimi) bulunuz.

Cevap:

$U_{xy} = U_x - U_y = 18000 - 12000 = 6000$ V

1.5.2. Şimşek ve Yıldırım

Şimşek, bulutlar arasında gerçekleşen yük deşarjlarına, yıldırım ise yer ile bulutlar arasında gerçekleşen yük deşarjlarına denir.

Bulutların nasıl elektrik yükleri ile yüklendiği konusu tam olarak açıklanamasa da yaygın kanı bulutlardaki su taneciklerinin birbirleriyle ve havayla sürtünmeleri sonucu elektrik yüklendikleri şeklindedir.

Bulutlar yüklenince ne olmaktadır? Bu soruya cevap vermek için iletkenlik, yalıtkanlık ve potansiyel farkı konularını hatırlamamız gerekmektedir. İletkenler elektrik akımını iletir, yalıtkanlar ise iletmez. Ancak yüksek gerilimlerde (potansiyel fark) yalıtkanlık kalitesine bağlı olarak yalıtkanlar da elektrik akımını iletir. Bu durum yalıtkanların delinmesi olarak adlandırılır.

Yağmurlu bir havayı düşündüğünüzde hava normalde yalıtkan olmasına rağmen yağmur suyundaki iyonlar vasıtasıyla kısmen iletken olur. Buna yer ile bulutlar arasındaki yüksek potansiyel farkı (yük farkı) da eklenince oluşan elektrik alanı doğrultusunda havanın bir kısmı bir koridor boyunca delinir ve yük deşarjına engel olamaz.

Resim 1.5: Şimşek ve yıldırım

Basit olarak iki bulut kümesi düşünelim. Birinin yükü pozitif ve diğerinin yükü de negatif olsun. Bu iki bulut arasındaki yük dengesinin sağlanabilmesi için iki yük arasında yük transferinin olması gerekir. Bunun için de iki bulut yükü arasındaki potansiyel farkın aradaki mesafeye ve yalıtkanlığa rağmen transferi gerçekleştirecek büyüklükte olması gerekmektedir. İki bulut yükü arasındaki potansiyel fark bu düzeye ulaşınca bizim şimşek olarak tarif ettiğimiz olay gerçekleşir yani bulut yükleri arasında bir yük akışı (deşarjı) oluşur ve akan bu yük kütlesinin miktarı büyük olduğu için kilometrelerce öteden görülebilen kıvılcımlar ortaya çıkar.

Yıldırım da aynen şimşek gibidir. Burada da bir yük deşarjı söz konusudur. Tek fark, bu deşarj buluttan buluta değil buluttan yere ya da yerden buluta doğrudur (Resim 1.5).

1.6. Statik (Durgun) Elektrik ve Elektrostatiğin Kullanım Alanları

Statik elektriğin farklı endüstri kollarındaki kullanım alanları geniş bir yelpaze teşkil etmektedir. Baskı teknolojilerinden filtreleme teknolojilerine, haberleşmeden boyama teknolojilerine birçok kullanım alanı söz konusudur.

1.6.1. Statik Elektrik ve Oluşumu

Birden çok yükün birbirleriyle sürtünme, dokunma ya da etki yoluyla etkileşimleri sonucu meydana gelen yük değişikliklerine statik (durgun) elektrik denmektedir.

Elektrostatik terimi statik (durgun) elektriği ifade etmesinin yanında statik elektriği inceleyen bir bilim dalını da ifade eder.

Sabah kalkıp yüzünüzü yıkadığınızda (musluğa dokunduğunuzda) yatakta dönerken vücudunuzda biriken statik elektriğin çoğunu boşalttınız demektir. Elbisenizi giymek için halının üzerinden yürüdüğünüzde sürtünme sonucu bir miktar statik elektrik depoladınız. Elbisenizi giyerken benzer şekilde cisimler birbirlerine yaklaştıklarında ya da

dokunduklarında aralarında yük transferi gerçekleşir ve statik elektrikle yüklenir. Böylece yüklerinin cinsi ve miktarında değişiklik meydana gelir. Statik elektriğin miktar olarak artışı en çok da sürtünme yoluyla gerçekleşir.

Statik elektrik şarjı nemli ortamlarda daha az, kuru ortamlarda ise daha fazladır. Bu nedenle sürekli kuru ortamlarda bulunuyorsanız aklınıza geldikçe vücudunuzdaki statik elektriği boşaltmak, sağlığınız açısından faydalı olabilir.

1.6.2. Statik Elektriğin Zararları

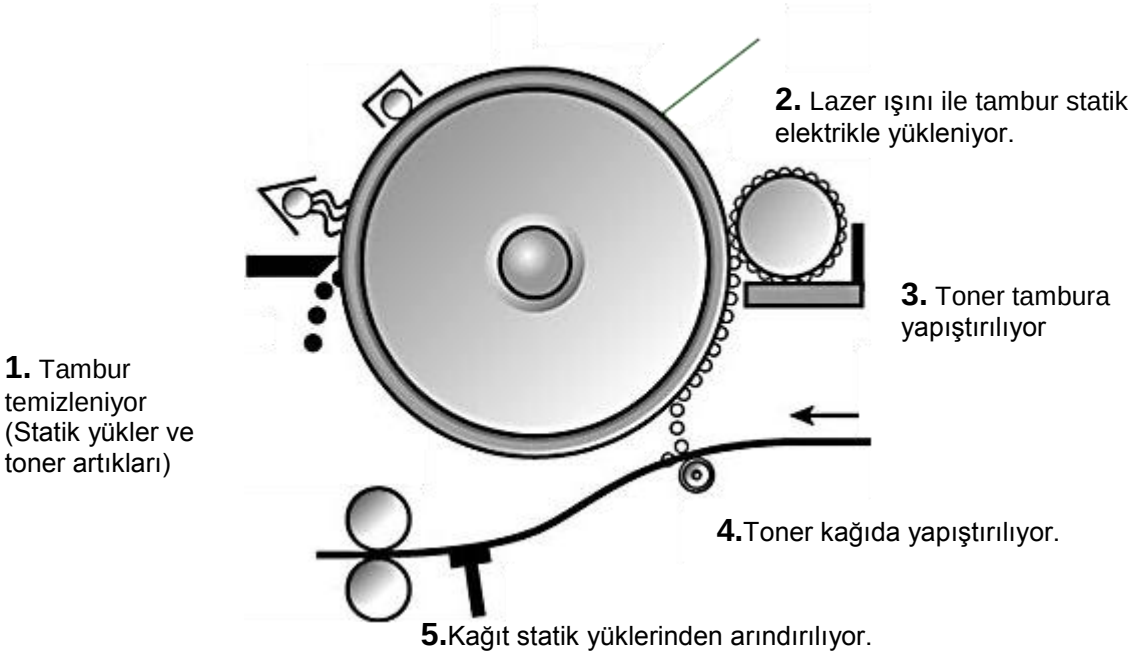
- Statik elektrik insanlarda birtakım deri hastalıklarına neden olabilir.
- Nadir de olsa insan hayatını tehlikeye sokacak kadar büyük değerlere ulaşabilir.
- Düşük voltajlarla çalışan elektronik devre elemanlarına zarar vererek devreleri işlemez hâle getirebilir.
- Elektronik tabanlı sistemlerde devre elemanlarını etkilemese de devre akımlarını etkileyerek sistemin istenmeyen sonuçlar döndürmesine, sistemin normal çalışmasının aksamasına neden olabilir.
- Yanıcı ya da patlayıcı özelliğe sahip sıvı ve gazlarla temasında felaketlere neden olabilir.
- Üretim alanlarında kâğıt, kumaş vb. mamuller statik elektrik sonucu birbirlerini iterek dağılabilir ya da birbirlerini çekerek yapışabilir bu da otomasyonda sorunlara neden olabilir.
- Baskı makinelerinde statik elektrik nedeniyle kâğıtların birbirine yapışması sonucu baskı sorunları yaşanabilir.

1.6.3. Statik Elektriğin Faydaları ve Kullanım Alanları

Statik elektriğin değişik endüstri kollarında birçok kullanım alanı vardır. Bunlardan bazıları aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- **Baskı teknolojisi**

Değişik tipteki yazıcılarda, fotokopi makinelerinde, matbaa baskı makinelerinde statik elektrikten faydalanılır. Örneğin, baskı teknolojisinde kullanılan yazıcılardan birinin, lazer yazıcıların çalışma prensibi kısaca şöyledir:

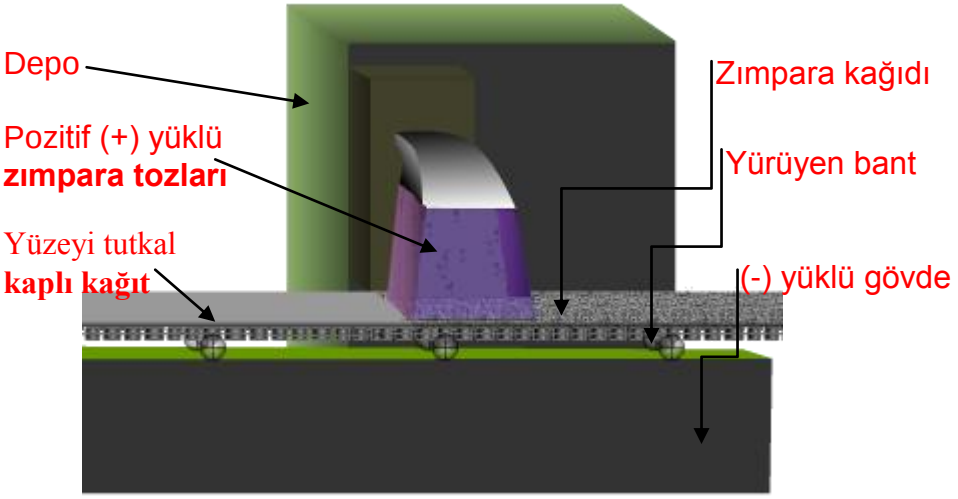


Şekil 1.368: Bir lazer yazıcının çalışma prensibi

Yazıcı yazma komutunu aldığında metin ve grafiklerin bit bilgilerini hafızasında depolar. Hafızadaki sayısal bilgi haritasına göre bilgilere karşılık gelen yükler lazer ışığı ile ışığa duyarlı dönen bir tambur üzerine düşürülür. Lazer ışını silindiri tarayarak basılacak alanları pozitif yükle yükler. Negatif yüklü toner tozları silindirdeki pozitif yüklü alanlara yapışır sonra da toner tozları ısıtılmış bir silindir sayesinde kâğıda yapıştırılır. Tamburun diğer baskılar için yükleri nötrlenir ve baskı tamamlanmış olur (
Şekil 1.368).

- **Zımpara kâğıdı üretimi**

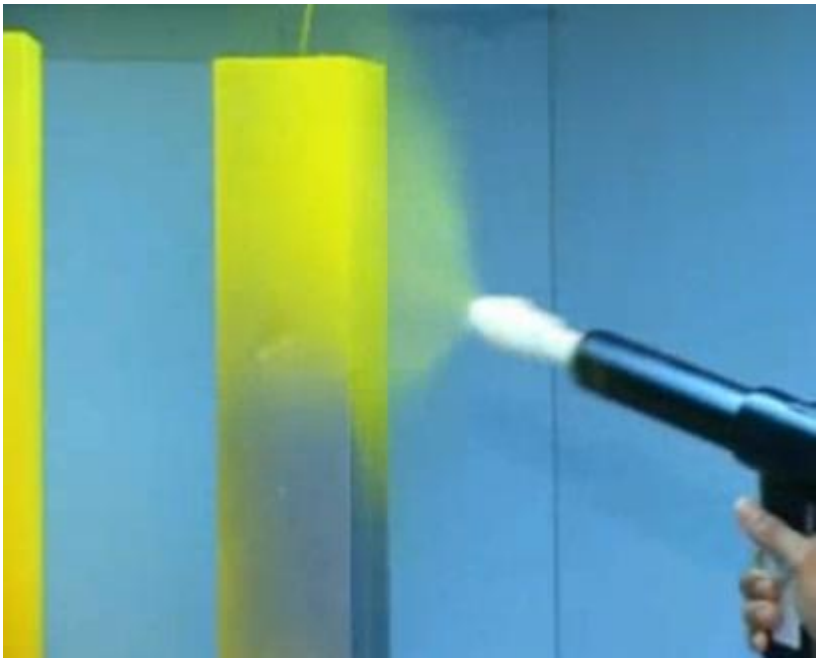
Zımpara kâğıdı üretiminde de statik elektrikten faydalanılır. Şekil 1.39'da negatif yüklü ve yürüyen bandın üzerinde bir yönde hareket eden bir kâğıt görülmektedir. Kâğıdın yüzeyi tutkalla da kaplanmıştır. Püskürtme ağzından fırlatılan pozitif yüklü zımpara tanecikleri kâğıt yüzeyindeki negatif yüklü parçacıklarla birleşirler. Birleşme anında yükler nötr hâle geldiği için artık kâğıt ve zımpara tozlarının ayrılması çok zordur.



Şekil 1.39: Zımpara kâğıdı üretimi

- **Boyama işleri**

Boyama tabancası içerisinden geçen boya tanecikleri pozitif yükle yüklenir. Boyanacak yüzey ise negatif yükle yüklenir. Boya tanecikleri tabancadan püskürtüldüğünde zıt yüklü boyama yüzeyine düzgün bir şekilde dağılarak yapışır. Böylece pürüzsüz bir boyama gerçekleştirilir (Resim 1.6).



Resim 1.6: Elektrostatik yöntemle boyama

Statik elektrik ile boyama teknolojisi özellikle otomotiv endüstrisinde yaygın biçimde kullanılır.

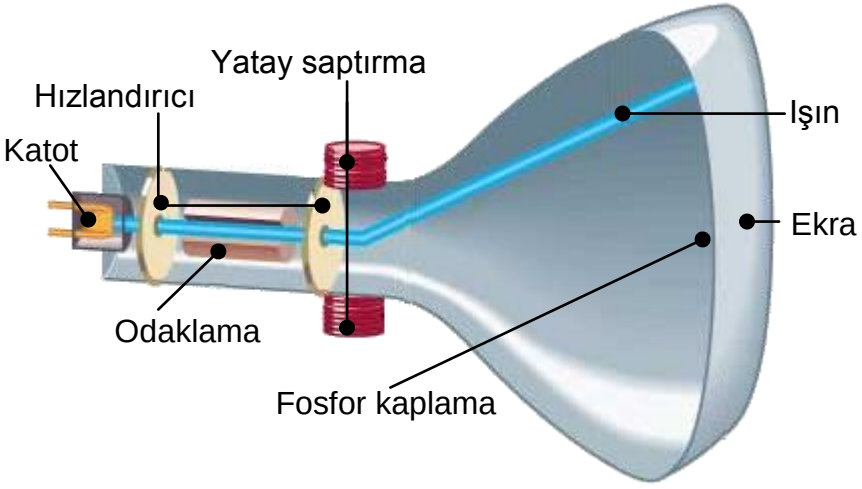
- **Baca filtreleri**

Bacalardan dışarıya atılan toz, duman türü zararlı atıklar eksi yükle yüklenir ve bacanın çıkışında pozitif yüklü filtreler tarafından tutularak bu zararlı atıkların çevreyi kirletmesi önlenir.

Resim 1.7: Filtresiz ve filtreli baca görünümleri

Resim 1.7'de hava kirliliği bakımından filtreli ve filtresiz bacalara sahip işletmelerin durumları görülmektedir.

- **Görüntüleme işleri**



Şekil 1.40: Katot ışınlı tüp modeli

Bizim kısaca tüp olarak tanımladığımız CRT (Cathode Ray Tube) ya da başka bir ifade ile katot ışınlı tüplerle görüntüleme işleminde de statik elektrikten faydalanılır.

Tüpün yüzeyi görüntünün oluşumu için elektron tabancası ile yatay ve dikey olarak taranır. Bu tarama esnasında tabancadan çıkan elektronların bir sonraki satır veya bir sonraki

sütuna gönderilmesi için yatay ve dikey saptırma bobinleri kullanılır. İşte bu bobinler statik elektrik yükleri ile yüklenir ve saptırma bu şekilde gerçekleştirilir (Şekil 1.0).

Statik elektrik halı, kilim üretiminden tarımsal ilaçlamaya kadar daha birçok alanda kullanılmaktadır.

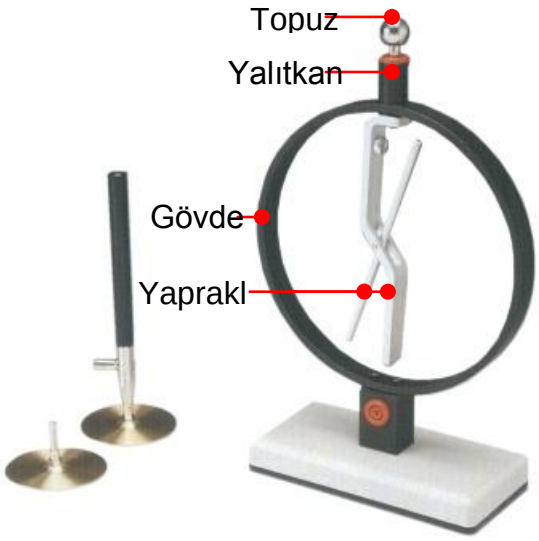
1.6.4. Statik Elektrik Yüklerinin Ölçülmesi

Statik elektriğin cinsi elektroskop denilen basit bir tespit cihazı ile ölçülür.

Bir elektroskop gövde, yapraklar ve bir topuzdan oluşur (Resim 1.8).

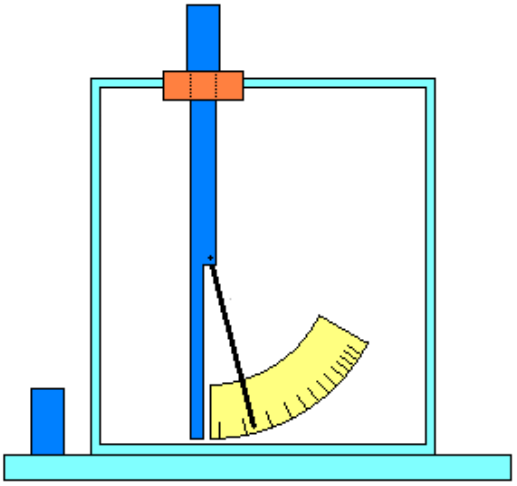
Elektroskobun topuzuna bir yük dokundurulduğunda yaprakların yüklerinde değişmeler meydana gelir. Yaprakların yükleri arttıkça açılır, azaldıkça da kapanır. Yapraklar yüksüz durumdayken kapalı hâlde durur.

Statik elektriğin ölçümünde elektrometreler ve iki yük arasındaki potansiyel farkının ölçümünde ise elektrostatik voltmetreler kullanılır.



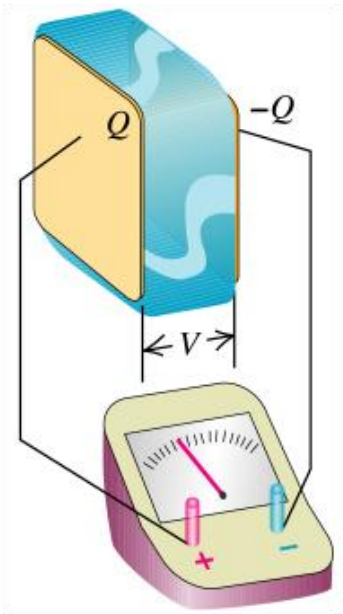
Resim 1.8: Elektroskop

Elektrometrelerde yük topuza dokundurulduğunda yüklenen sabit ve hareketli yaprakların birbirlerini itmeleri sonucu hareketli yaprak dairesel bir dönüş yaparak gösterge çizelgesi üzerinde yükün miktarını gösterir (Şekil 1.371).



Şekil 1.371: Bir elektrometre modeli

Elektrostatik voltmetrelerin uçlarına iki farklı yük bağlandığında yük farkının miktarına bağlı olarak sapan bir ibre, gösterge çizelgesi üzerinde yüklerin potansiyel farkını gösterir (Şekil 1.2).



Şekil 1.42: Elektrostatik voltmetre ile ölçüm

Elektroskop yardımıyla yüklerin cinslerinin belirlenmesinde elektroskobun yükü dikkate alınır. Buna göre elektroskobun topuzuna yaklaştırılan cismin yükü hakkında bir fikir edilir. Her tespitten önce yanlış sonuçlardan kaçınmak için elektroskobun yükü topraklanarak nötrlenir. Ayrıca elektroskop deneyleri statik elektriği ve davranışlarını anlamak bakımından oldukça faydalı bilgiler sunmaktadır.

1.6.5. Statik Elektriğin Zarar Verebileceği Ortamlarda Alınacak Önlemler

Statik elektriğin birçok faydasının yanında birtakım olumsuz etkileri ve zararları da vardır. Statik elektrik bazı durumlarda sağlığımızın bozulmasından tutun da bazı hassas cihazların düzgün çalışmamasına, zarar görmelerine hatta bozulmalarına sebep olabilmektedir. Bazen patlamalar ve yangınlara da sebebiyet verebilmektedir.

Statik elektriğin zararlı etkilerinden korunmak için gerekli önlemlerin bir kısmı aşağıda listelenmiştir:

- Evlerdeki metal eşyalar topraklanmalıdır.
- Yanıcı ya da patlayıcı madde bulunan ortamların döşemeleri antistatik malzemelerle kaplanmalıdır.
- Yanıcı ve patlayıcı malzeme bulunan ortamlarda antistatik elbise, önlük, ayakkabılar giyilmelidir. Kullanılan cihaz ve makineler topraklanmalıdır.
- Yanıcı ve patlayıcı madde taşıyan araçlarda yerle teması olan zincirler ya da esnek metaller bulundurulmalıdır.
- Hassas cihazların bulunduğu ortamlarda antistatik önlük, ayakkabı ve eldiven giyilmelidir.
- Elektronik devrelerle çalışırken antistatik bileklik, antistatik giysi ve antistatik araç gereç kullanılmalıdır (Resim 1.9).
- Yüksek binalara ya da metal aksamı çok olan yapılara paratoner tesisatı kurulmalıdır.
- Nemin sakıncalı olmadığı ortamlar nemlendirilmelidir.

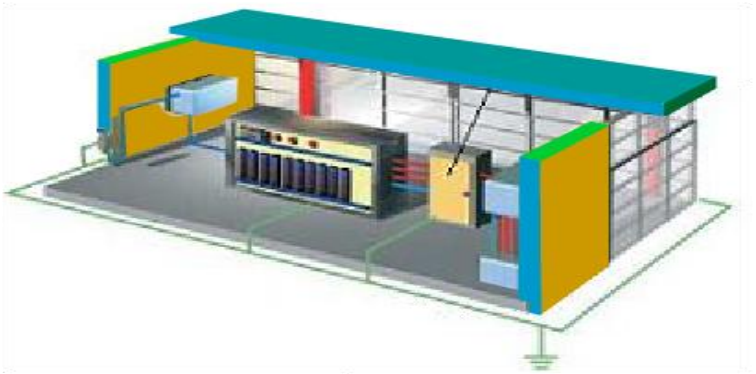
Resim 1.9: Antistatik çalışma ortamı

1.6.5.1. Cihaz ve Araçları Statik Elektriğe Karşı Topraklama

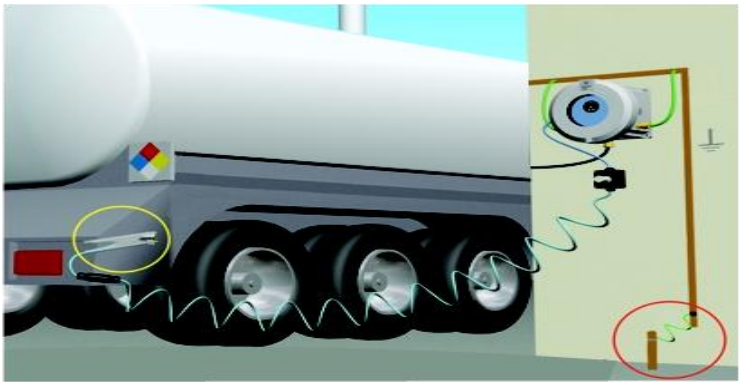
Gerekli önlemler alınmadığı takdirde statik elektrik daha önce de belirtildiği gibi üzücü olaylara hatta felaketlere neden olabilir.

Bütün elektrikli cihazlar kaçak akımlara karşı topraklanmaktadır. Topraklama kısaca cihazın metal aksamı ile (gövdesi) toprağa gömülmüş uygun büyüklük ve iletkenlikteki bir levha arasına iletken tel çekilmesi olayıdır.

Bazı ortamlarda bir işte kullanılan ama elektrikle çalışmayan malzeme, araç gereçler de vardır. Elektrikli/elektriksiz bütün cihazların birbirlerine iletken tellerle bağlanarak yük dengesinin sağlanması ve yüklerin toprakla irtibatlandırılması olayına statik elektriğe karşı topraklama denir. Elektrostatik topraklama ihtiyaç duyulan ortamlarda mutlaka yapılmalıdır (Şekil 1.383).



Şekil 1.383: Bir tesiste makinelerin statik elektriğe karşı topraklanması

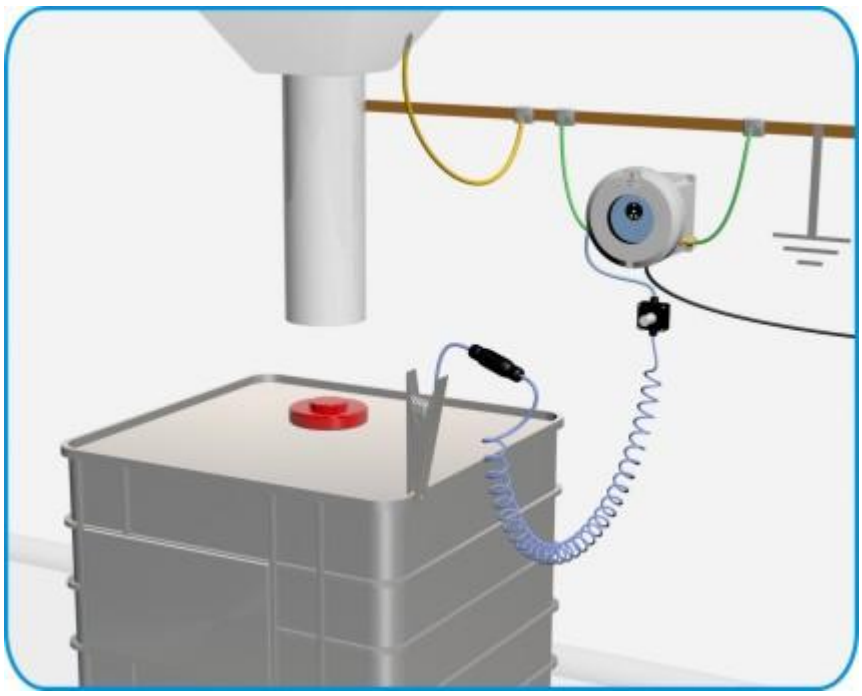


Şekil 1.394: Bir tankerin statik elektriğe karşı topraklanması

Örneğin bir tankerin deposu bir makine değil sadece bir kaptır. Bu nedenle tankerde elektriksel topraklama söz konusu değildir. Ancak tanker ve ortamda bulunan bütün cihazların bir iletkenle birbirleri ile temasları sağlanırsa birinde biriken yük anında diğerlerine de dağılacağı için ortamda bir potansiyel fark olmayacak ve statik deşarjların (yük boşalmaları) önüne geçilmiş, olası tehlikeler önlenmiş olacaktır.

Yanıcı ve patlayıcı ortamlardaki bütün makine ve cihazlar statik elektriğe karşı topraklanmalıdır. Örneğin benzin istasyonlarındaki pompalar, gaz, petrol tankerleri, kimya sektöründe kullanılan makineler statik elektriğe karşı mutlaka topraklanmalıdır (Şekil 1.394 - Şekil 1.405).

Topraklama basitçe cihazın ya da makinenin metal aksamına bağlanan bir kablonun diğer makine, cihaz vb. donanımlarla bağlantısı sağlandıktan sonra toprakla bağlantısının yapılması şeklinde yapılır.



Şekil 1.405: Statik elektriğe karşı topraklama örnekleri

1.6.5.2. Çalışacak Kişinin Statik Elektriğe Karşı Topraklama Bileziği Kullanımı

Bazı elektronik devre elemanları ve cihazları çok küçük gerilimlerle çalışmaktadır. Vücudunuzda bazen binlerce volt değerinde statik elektrik birikmektedir. Bazı eleman ya da cihazlarla temas ettiğimizde vücudumuzdaki yüksek voltaj eleman ya da cihazların devrelerinde anlık ya da kalıcı bozulmalar meydana getirir.

Örneğin hiçbir önlem almadan bilgisayar kasasını açıp devrelere dokunursanız bazı elemanlar zarar görebilir, bir daha çalışmayabilir.

Bu nedenle statik elektriğin zararlı olduğu ortamlarda diğer önlemlerin yanında topraklama bileziği kullanmalısınız (Resim 1.1).

Topraklama bileziğini bileğinize taktıktan sonra bir ucu bilezikte olan topraklama kablosunun diğer ucunu da çalışacağınız daha önce toprakla bağlantısı sağlanmış malzemeye bağlamalısınız. Bileziği az kullandığınız bileğinize takmanız daha rahat çalışmanız açısından faydalı olabilir.

Resim 1.10: Antistatik bileklikle çalışma

UYGULAMA FAALİYETİ

Statik elektrik oluşumlarını inceleyiniz.

İşlem Basamakları	Öneriler
➢ Vücudun sürtünme ile elektriklenmesini sağlayınız.	➢ Ayağınızda kauçuk ayakkabı bulunması yüklenmeyi hızlandırır. ➢ Üzerinizde yünlü kıyafetlerin bulunması yüklenmeyi hızlandırır.
➢ Vücudunuzda oluşan statik elektriği boşaltınız.	➢ Kalorifer boru ve peteklerine dokunabilirsiniz. ➢ Su tesisatındaki borulara da dokunarak bu işlemi gerçekleştirebilirsiniz. ➢ Dokunduğunuzda bir titreşim oluştuğunu gözleyiniz.
➢ Kolunuza antistatik bileklik takarak vücudunuzun sürtünme ile elektriklenmesini sağlayınız.	➢ Antistatik bileklik eğer kordonlu ise onun toprakla temasını sağlamalısınız. ➢ Bilekliği taktıktan sonra yüklenme işlemini yapmayı unutmayınız, ➢ 1. işlem basamağındaki önerileri yüklenme için uygulayabilirsiniz.
➢ Vücudunuzda oluşan statik elektriği boşaltınız.	➢ Kalorifer peteklerine dokunabilirsiniz. ➢ Herhangi bir titreşim olmadığını gözlemleyiniz.
➢ Çalışan bir devredeki elektronik hafızalı bir CMOS entegresini soketinden sökünüz.	➢ Bu işlemi özellikle öğretmeninizin gözetiminde yapmalısınız. ➢ Çalışan bir devredeki CMOS entegresini kullanmalısınız . ➢ Devrenin enerjisini kestikten sonra CMOS'u sökmelisiniz . ➢ CMOS' u soketinden sökerken dikkat etmelisiniz.
➢ Statik elektrikle yüklü iken üzerindeki yükü elektronik hafızalı bir CMOS'a boşaltınız.	➢ CMOS entegresinin metal ayaklarına dokunarak üzerinizdeki yükü boşaltabilirsiniz. ➢ Ayaklara dokunduğunuzda bir titreşim oluştuğunu gözlemleyiniz.
➢ Statik elektriğinizi boşalttığınız CMOS'u tekrar soketine takınız ve devreyi çalıştırınız.	➢ Öğretmeninizden yardım almalısınız. ➢ Entegre bacaklarını dikkatlice takmalısınız. ➢ Takarken devrede enerji olmamasına dikkat etmelisiniz. ➢ Devreye enerji verildiğinde devrenin çalışmadığını gözlemleyiniz.
➢ Antistatik bileklik takarak statik elektrik yükleyiniz ve CMOS'a yükü boşaltınız.	➢ Metal kısımlarına dokunarak yükünüzü CMOS'a boşaltabilirsiniz. ➢ Herhangi bir titreşim olmadığını gözlemleyiniz.
➢ CMOS'u devresine tekrar takarak devreyi çalıştırınız.	➢ Devrede enerji yokken CMOS'u dikkatlice devreye bağlayınız. ➢ Devreye enerji veriniz ve CMOS'un hâlâ çalıştığını gözlemleyiniz.

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet,** kazanamadıklarınız için **Hayır** kutucuklarına (X) işareti koyarak kontrol ediniz.

Değerlendirme Ölçütleri		Evet	Hayır
1.	Herhangi bir önlem almadan vücudu yeterli seviyede statik elektrikle yüklediniz mi?		
2.	Yüklenilen statik elektriği uygun bir şekilde boşalttınız mı?		
3.	Uygun bir antistatik bileklik buldunuz mu?		
4.	Antistatik bilekliği kolunuza takıp ve toprakla temasını sağladınız mı?		
5.	Bileklik taktıktan sonra yükleme işlemini yaptınız mı?		
6.	Bileklik taktıktan sonra yüklendiğiniz statik elektriğin boşalmasını sağladınız mı?		
7.	Uygun bir CMOS buldunuz mu?		
8.	CMOS'u soketinden sökebildiniz mi?		
9.	Önlemsiz statik elektrikle yüklenip vücutta oluşan yükü CMOS'a boşaltabildiniz mi?		
10.	Statik elektrik boşaltılmış CMOS'u tekrar soketine yerleştirdiniz mi?		
11.	Devrenin çalışmadığını gözlemlediniz mi?		
12.	Antistatik bileklik takılarak statik elektrikle yüklendiniz mi ve çalışan bir CMOS'a tekrar dokundunuz mu?		
13.	CMOS'u soketine taktınız mı?		
14.	Devrenin çalışmaya devam ettiğini gözlemlediniz mi?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda **"Hayır"** şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız **"Evet"** ise "Ölçme ve Değerlendirme"ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyarak doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Devreye sokulma hızı ve kolaylığı bakımından aşağıdakilerden hangisi diğerlerinden daha iyidir?
A) Termik santral
B) Nükleer santral
C) Hidroelektrik santral
D) Jeotermal santral

2. Termik santraller için aşağıdaki ifadelerden hangisi geçerli <u>değildir?</u>
A) Kurulum maliyetleri nispeten ucuzdur.
B) Yüksek verimle çalışır.
C) Temiz enerji sağlar.
D) Üretilecek enerji miktarı kontrol edilebilir.

3. Nükleer enerji santralleri aşağıdaki türbinlerden hangisini kullanır?
A) Su türbini
B) Buhar türbini
C) Gaz türbini
D) Hiçbiri

4. Aşağıdakilerden hangisi diğerlerine göre temiz enerji kaynağı <u>değildir?</u>
A) Rüzgârgülü
B) Termik santral
C) Hidrolik santral
D) Güneş paneli

5. Bir atomun negatif ya da pozitif iyon olması, aşağıdaki parçacıklardan hangisinin hareketine bağlıdır?
A) Elektron
B) Proton
C) Nötron
D) Pozitron

6. Asit, baz ve tuzların suya karıştırılması ile iletkenlik kalitesi bakımından aşağıdaki sıralamalardan hangisi doğrudur?
A) Tuzlar, asitler, bazlar
B) Asitler, bazlar, tuzlar
C) Asitler, tuzlar, bazlar
D) Bazlar, tuzlar, asitler

7. Aşağıdakilerden hangisi doğal elektriklenme yöntemi <u>değildir?</u>
A) Cisimleri birbirine sürtmek
B) Cisimleri birbirine yaklaştırmak
C) Cisimlere elektrik vermek
D) Cisimleri birbirine dokundurmak

8. 1 μC'luk yüke uzaklığı 3 metre olan bir yükün elektrik alan şiddeti aşağıdakilerden hangisidir?
A) 1000 V/m
B) 3000 V/m
C) 9000 V/m
D) 900 V/m

9. Aşağıdakilerden hangisi statik elektriğin zararlı etkilerini önlemeye dönük bir araç <u>değildir?</u>
A) Topraklama bileziği
B) İyonize hava üfleyici
C) Elektrostatik voltmetre
D) Antistatik paspas

10. Aşağıdakilerden hangisinin çalışmasında statik elektrikten <u>faydalanmaz?</u>
A) Baskı makineleri
B) Baca filtreleri
C) Görüntüleme cihazları
D) Vinçler

Aşağıdaki cümlelerin başında boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise D, yanlış ise Y yazınız.

11. ( )Jeotermal santral ve nükleer santraller türbini döndürme mekanizması bakımından bir bakıma termik santrallerdir.

12. ( )Güneş panellerinden elde edilen gerilimi şebeke gerilimine uygunlaştırmak için gerilim dönüştürücü devreler kullanılır.

13. ( )Bakır hem iyi bir iletken hem de altın ve gümüşten daha dayanıklıdır.

14. ( )İki yük arasındaki itme ya da çekme kuvveti, aralarındaki uzaklığın karesi ile ters orantılıdır.

15. ( )Elektrik alanının yönü, pozitif yükten negatif yüke doğrudur.

16. ( )İki pozitif yüklü cisim arasında bir çekme kuvveti vardır.

17. ( )4 μC'luk bir yükten 2 m uzaklıktaki bir x noktasının potansiyeli, 3 m uzaklıktaki bir y noktasının potansiyelinden küçüktür.

18. ( )Yükleri 5 μC ve -5 μC olan iki iletken cisim birbirlerine dokundurulursa yüklerinin toplamı sıfır olur.

Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

19. Nükleer sızıntı ve nükleer atıkların muhafazası, …… santrallerin en önemli dezavantajlarıdır.

20. Suların yükselip alçalmasından faydalanılarak yapılan santrallere …… santrali denir.

21. Son yörüngesinde üç ya da daha az elektron bulunduran atomlardan oluşan maddelere ……. denir.

22. İyi yalıtkan maddelerin atom ya da moleküllerinin son yörüngesinde …….. ya da daha fazla elektron bulunur.

23. Yerle bulutlar arasındaki yük deşarjlarına yıldırım denir. Bulutlar arasındaki yük deşarjlarına ise ……. denir.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ–2

AMAÇ

Elektrik akımının tanımını yapabileceksiniz ve çeşitlerini öğreneceksiniz. Elektrik akımının maddelerin yapısına bağlı olarak nasıl geçtiğini öğreneceksiniz. Elektrik akımının etkilerini öğrenecek ve bazılarını uygulayacaksınız.

ARAŞTIRMA

Aşağıda sıralanan etkinliklerden nasıl yapacağınızı bilemedikleriniz olduğunda arkadaşlarınız, büyükleriniz ya da öğretmenlerinizden yardım isteyebilirsiniz.

- Elektrik akımı hakkında bilgi toplayınız ve elektrik gerilimi ile ilişkisini açıklamaya çalışınız.
- Elektrik akımının çeşitleri hakkında bilgi toplayınız.
- Elektrik akımı birimine kimin isminin verildiğini araştırınız.
- Elektriğin etkilerini sınıflandırmaya çalışınız (Örneğin, elektrik enerjisi lambalarda ışığa dönüştüğünden bu etkisine ışık etkisi diyebilirsiniz.). Yaptığınız sınıflandırmayı arkadaşlarınızınki ile karşılaştırınız.
- Elektrik akımının zararlı etkilerini araştırınız.
- Bir elektrik motorunun nasıl çalıştığını, ne için ve nerelerde kullanıldığını araştırınız.
- Elektrolizin ne olduğunu ve hangi amaçlarla kullanıldığına ilişkin bilgi toplayarak arkadaşlarınızla paylaşınız.
- Piller hakkında bilgi toplayınız ve yapılarına göre pilleri karşılaştırınız.

2.ELEKTRİK AKIMI, ÇEŞİTLERİ VE ETKİLERİ

Elektrik akımının tanımına geçmeden önce elektrik gerilimini (potansiyel fark) hatırlamanızda fayda olabilir. Elektrik gerilimi **iki yükün ya da iki ayrı kutuptaki yüklerin potansiyellerinin farkı** şeklinde tanımlanır. Potansiyel farkın miktarı ise volt miktarını belirlemektedir. İki kutup arasında 10^8 lik bir elektron farkı var ise iki kutup arasındaki gerilim 1 volttur. Yüklerin durumuna göre bir devreden akım geçip geçmeyeceği ya da geçiyorsa hangi yönde geçeceğine ilişkin fikir sahibi olmak mümkündür.

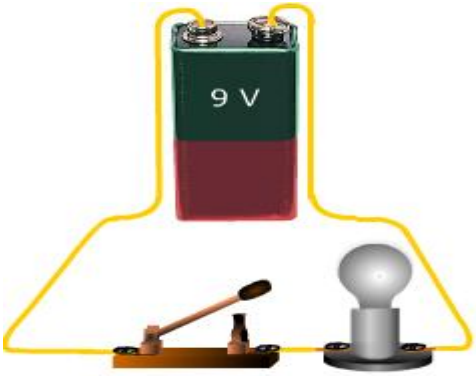
Gerilim ve potansiyel farkla uğraşırken elektron akımıyla da karşılaşırsınız. Elektrik akımı ile elektron akımı arasında bir ilişki vardır.

2.1. Elektrik Akımı

2.1.1. Tanımı

Bir iletkenle birleştirilen ve aralarındaki potansiyel farktan kaynaklanan iki kutup arasındaki elektron akışına elektrik akımı (akım) denir. Elektrik akımı kısaca iki kutup arasında akan elektron miktarıdır.

Kaba bir tabirle bir iletkenle birleştirilen iki noktadan elektronlar çok olan noktadan az olan noktaya doğru akar. Uçları arasında potansiyel fark bulunan ya da elektron akışı (elektrik akımı) potansiyeli bulunan elemanlara kaynak denir. Örneğin daha önce gördüğümüz alternatörler, telefonlarınızın bataryaları, araba aküleri, piller hepsi birer elektrik (gerilim) kaynağıdır ve elektrik devrelerinde kısaca kaynak şeklinde adlandırılır.



Şekil 2.1: Basit elektrik devresi

Bir elektrik devresinde elektrik akımı kaynağın içinde pozitif (+) uçtan negatif (-) uca doğrudur. Elektron akımı ise kaynağın negatif (-) ucundan pozitif (+) ucuna doğrudur (Şekil 2.). Elektrik akımı elektron akımının tam tersi yöndedir. Elektrik akımı, elektron akımı olduğu hâlde yönleri farklıdır. Elektrik akımının yönünün pozitiften negatife doğru olması sadece bir kabulden ibarettir.

Şekil 2.'deki devrede anahtar kapatılınca akım, kaynağın pozitif (+) ucundan çıkar ve anahtar ve alıcıdan (elektrikle çalışan herhangi bir şey, örneğin lamba) geçerek kaynağın negatif (-) ucuna döner. Bu durumda alıcı üzerinden akım geçtiği için alıcı çalışır. Eğer devrenin herhangi bir yerinde açıklık/kopukluk varsa akım geçemeyeceği için alıcı çalışmaz. Şekil 2.2.1'deki devrede anahtar açık olduğu için devreden akım geçmemektedir.

Pekiştirmek amacıyla tekrar edecek olursak bir devredeki alıcının çalışabilmesi için kaynağın bir ucundan (+) çıkan akımın, alıcı üzerinden geçtikten sonra kaynağın diğer ucuna (-) dönebilmesi gerekir.

2.1.2. Elektrik Akımının Metal, Sıvı ve Gazlardan Geçişi

Akım (elektron akımı) taşıyıcılarının katı maddelerde ve gazlarda serbest elektronlar iken sıvılarda akım taşıyıcılarının iyonlar olduğunu hatırladınız mı?

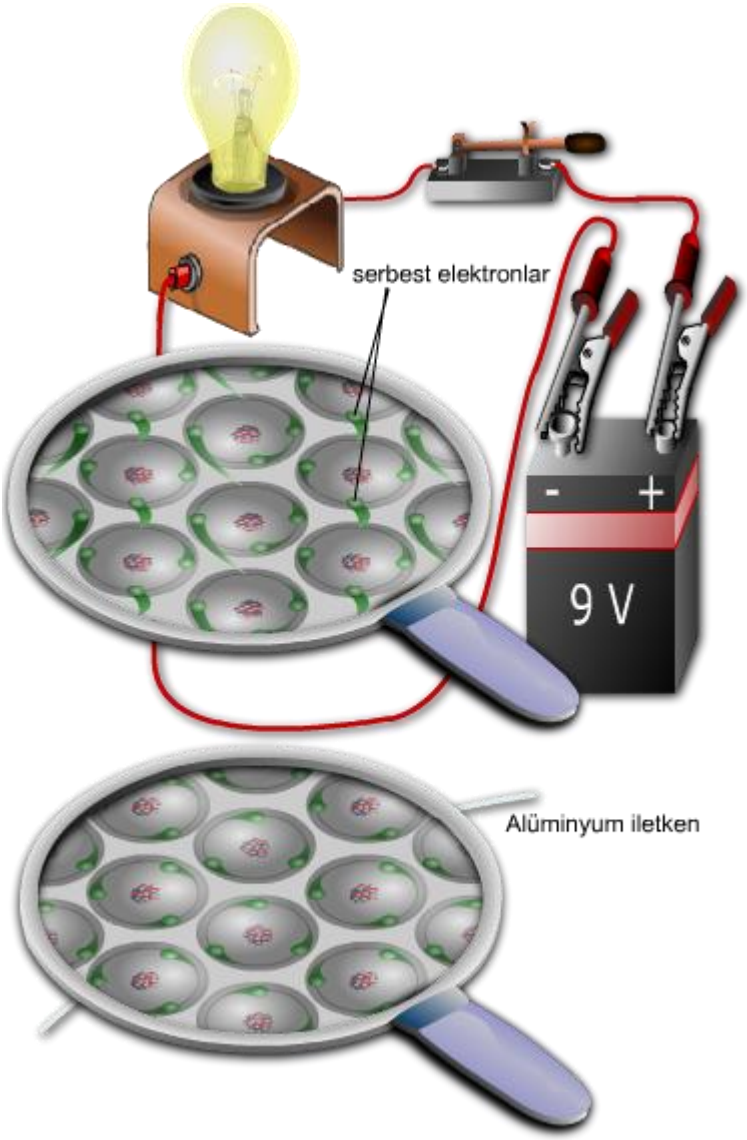
Katı iletkenlerden akım geçirerek ısı, ışık vb. şeylerin elde edilmesinin yanında elektrik akımını (elektrik enerjisini) bir yerden başka bir yere taşımak (iletmek) için kullanılır. Buna karşın sıvı ve gazlarda amaç akımı iletmek değil, akımın geçişi esnasında gerçekleşen olaylardan faydalanmaktır.

Örneğin, bir elektroliz devresinden akım geçerken saf metaller elde edilebilir ya da içinde gaz bulunan bir floresan tüpten ışık elde edilir.

- **Elektrik akımının metallerden geçişi**

Bir kaynağın uçları bir alıcı üzerinden iletkenler vasıtasıyla birleştirildiğinde devreden elektrik akımı geçer. Bu akımın taşıyıcıları, iletkenlerin atomlarındaki (son yörüngede) serbest elektronlardır.

Son yörüngesinde 3 ve daha az elektron bulunduran atomlardan oluşan metal maddelere iletken madde denir. Son yörünge elektron sayısı (en fazla üç olmak kaydıyla) az olan atomlardan oluşan maddeler, çok olanlara göre daha iyi iletkendir.



Şekil 2.2: Alüminyum iletkende serbest elektron hareketi

Şekil2.2'de uçları boşta duran bir alüminyum iletken ve atomlarının son yörünge elektronlarının durumları görülmektedir. Her bir elektron kendi atomunun çevresinde büyük bir hızla dönüşüne devam etmektedir. Şekilde de görüldüğü gibi alüminyum atomlarının son yörüngesinde üç elektron vardır ve örneğin bakıra göre daha kötü bir iletkendir.

Serbest elektronları harekete geçiren etkenin ne olduğuna bakalım. Kaynağın artı ucunu oluşturan cismin atomları kararlı (nötr) hâle geçebilmek için elektron almak zorundadır. Kaynağın eksi ucunu oluşturan cismin atomları ise kararlı hâle geçebilmek için elektron vermek zorundadır. Kaynağın iki ucu alıcı üzerinden birleştirildiğinde metal iletken atomları iki tür kuvvetin etkisinde kalır. Birincisi kaynağın eksi ucuna yakın atomlara eksi uç

tarafından zorla elektron verme isteğidir. İkincisi ise kaynağın artı ucuna yakın iletken atomlarından zorla elektron alma isteğidir.

Bu kuvvetler sonucunda metal iletkenin bir ucundaki atomlar kayak atomlarına elektron kaptırırken diğer ucundakiler kaynak atomları tarafından kendilerine zorla elektron verir. Bu durumda kararlı hâle geçmek isteyen ve elektron almış iletken atomları, fazla elektronlarını yakınlarındaki atomlara vererek ve elektron kaybetmiş atomlar da yakınlarındaki atomlardan elektron alarak kaynağın iki ucu arasında elektron taşıyıcılığı yaparlar. Başka bir deyişle, Şekil'deki devrede görüldüğü gibi elektrik akımını geçirmiş olur. Devre kapalı olduğu sürece ve kaynağın gerilimi varken bu işlem zincirleme olarak devam etmektedir.

- **Elektrik akımının sıvılardan geçişi**

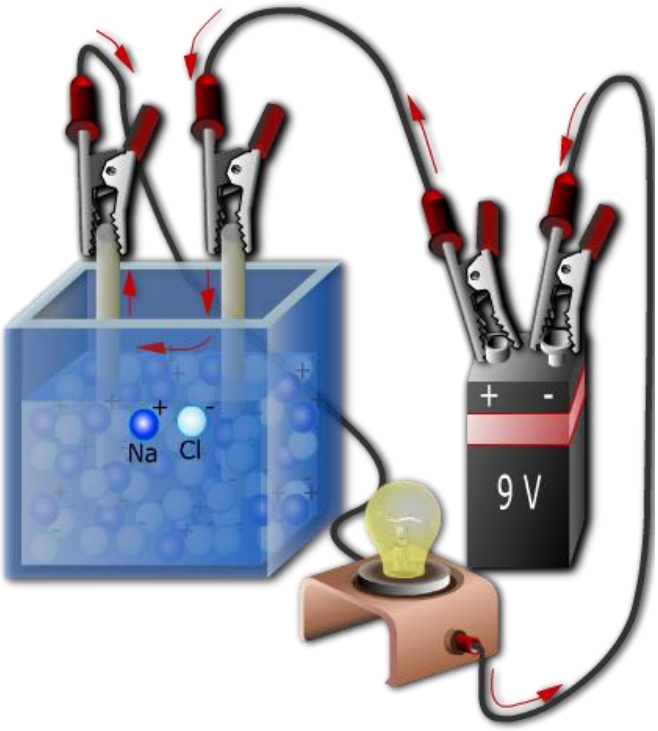
Sıvılar aslında yalıtkan olmalarına karşın bileşik hâlinde olan ve atomları iyonlarına ayrılabilen bazı sıvılar, suya karıştırıldıklarında iletken olabilir. Örneğin, saf su yalıtkan olmasına karşın suya asit, baz ya da tuz karıştırıldığında suda çözünür (reaksiyona girer) ve reaksiyon sonucu ortaya çıkan iyonlar sulu çözeltiyi (elektrolitik sıvı) iletken hâle getirir.

Suda çözündürüldüklerinde en iyi iletkenlik asitlerle elde edilir, ardından sırası ile bazlar ve tuzlar gelir.

Şekil 2.3'te görülen elektroliz devresinde suyun iletkenliğini sağlamak içim sodyum klorür (NaCl) kullanılmıştır. Devredeki kapta sodyum (Na^+) ve klor (Cl^-) iyonları bulunmaktadır çünkü sodyum klorür suda çözünerek sodyum (Na^+) ve klor (Cl^-) iyonlarına ayrışmıştır. Devredeki kaynak ve lamba çözeltiye daldırılmış elektrotlar üzerinden kablolarla birleştirilmiş, çözelti (elektrolit) üzerinden kapalı bir devre oluşturulmuştur.

Kapalı devre oluşturulduğu anda kaynağın (pilin) negatif (-) ucundan çıkan bir elektron kabloya, kablodan da negatif uca bağlı elektroda (katot) geçer. Bu anda katodun yük dengesi değiştiği ve negatif yüklendiği için sodyum (Na^+) iyonlarından birini kendine çeker ve ona bir elektron verir (Sodyum nötr hâle gelir.) Aynı anda kaynağın pozitif ucu kablodan bir elektron koparır (alır) ve kablo da pozitif elektrottan (anot) bir elektron çeker. Yük dengesi bozulan ve pozitif yüklenen anot, klor (Cl^-) iyonlarından birini kendine çeker ve Ondan bir elektron koparır (Klor da nötr hâle gelir.)

Bir anda (kaynak tarafından) katoda milyonlarca elektron verilmekte ve anottan milyonlarca elektron çekilmektedir. Buna bağlı olarak milyonlarca sodyum iyonu (Na^+) katoda doğru hareket ederek katotla bileşik oluşturmakta (birleşmekte) ve milyonlarca klor iyonu (Cl^-) anoda doğru hareket etmekte ve anotla birleşmektedir. Bunlar olurken aynı sayıda elektron lambanın üzerinden geçmekte ve lambanın ışık yaymasını sağlamaktadır.



Şekil 2.3: Elektroliz devresi

Not: Bir elektroliz devresinde, elektrolitik sıvıya batırılan iletken çubuklara elektrot denir.

Kaynağın pozitif ucuna bağlanan elektroda anot, negatif ucuna bağlanan elektroda ise katot denir.

Elektrolitik sıvıda çözülen asit, baz ya da tuz iyonlarına ayrılır. Pozitif iyonlara katyon, negatif iyonlara ise anyon denir.

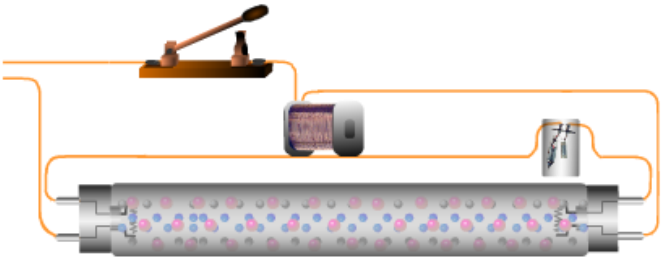
Bunun sebebi iyonlar bazen ya direkt ya da bileşik hâlinde açığa çıkarken (Örneğin gaz, buhar) bazen de elektrotlarla birleşir. Pozitif elektrot olan anotla birleştiği için negatif iyonlara anyon ve negatif elektrot olan katotla birleştiği için pozitif iyonlara da katyon denir.

- **Elektrik akımının gazlardan geçişi**

Gazlar da sıvılar gibi normalde yalıtkandır. Ancak bir tüp içerisindeyken düşük basınç altında ve yüksek gerilimin etkisindeki bazı gazlar, atomlarının iyonlaşması sonucu iletken hâle geçebilir. Bu konuda en bilinen örneklerden biri floresan lambaların tüplerinde kullanılan argon gazıdır.

Şekil 2.4'te temsili bir floresan lamba devresi görülmektedir. Havası alınmış lamba tüpünün içerisinde argon ve cıva (buhar hâlinde) bulunur. Argon (Ag) gazı atomlarının son yörüngelerinde 8 elektron bulunmaktadır ve bu özelliğinden dolayı iletkenlik bakımından yalıtkan sınıfına girmektedir ancak devrede flamanlar yardımıyla ısıtılan gaz atomları, balast vasıtasıyla yüksek gerilime maruz kaldıklarında iyonlaşır ve flamanlardan gönderilen ya da

alınan serbest elektronların taşıyıcısı durumuna geçer. Bu durumda tüp içerisinden akımın geçtiğini, gaz hâline geçen cıva atomlarının uyardığı fosfor atomlarının yaydıkları ışıktan anlamaktayız.



Şekil 2.4 : Floresan lamba devresi

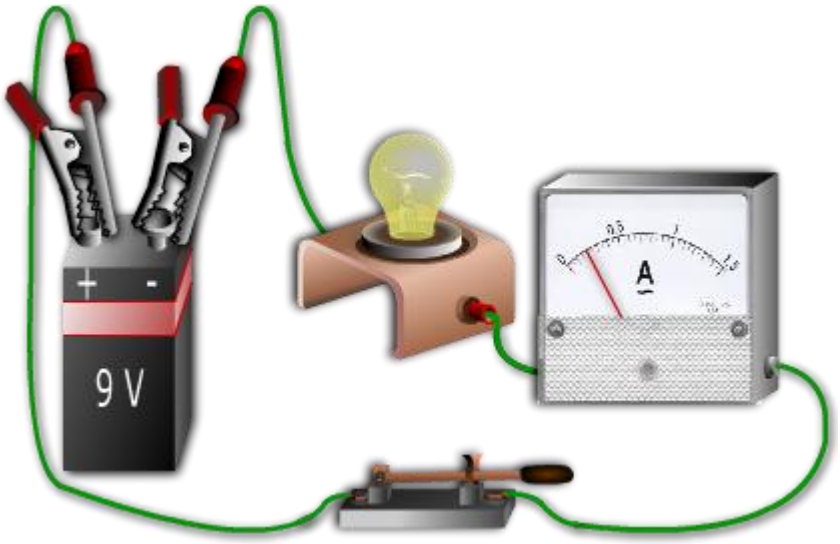
2.1.3. Elektrik Akımının Birimi

Elektrik akımı "I" ya da "i" harfleriyle gösterilir ve birimi amper (A)'dir. Elektrik akımı ampermetre denen ölçüm cihazları ile ölçülür. Ampermetreler devreye seri olarak bağlanır (Şekil).

1 amper, birim zamanda (1 saniyede) bir iletkenden geçen 1 C'luk elektrik yükü miktarına denir. Başka bir deyişle, bir devreden 1 saniyede 624.1016 adet elektron geçiyorsa o devrenin akımı 1 amper'dir.

Bir devreden geçen elektrik akımı $I = Q/t$ formülüyle bulunur.

I : Elektrik akım şiddeti – Amper (A)
Q: Elektrik yükü miktarı – Kulon - Coulomb (C)
t : Elektrik yüklerinin geçtiği zaman – Saniye (sn.)



Şekil 2.5: Ampermetrenin devreye bağlanışı

Örnek 1: Bir lambadan 5 saniyede 2,5 C'luk yük geçtiğine göre lambanın çektiği akımı bulunuz.

Cevap:
Q = 2,5 C
t = 5 sn.
I = ?

I = q / t = 2,5 / 5 = **0,5 A**

Örnek 2: Bir lamba, uçları arasındaki potansiyel farkı 10 C olan elektrostatik bir kaynaktan 5 saniye boyunca 0,5 A akım çektiğine göre son durumda kaynağın yükü ne kadar azalmıştır?

Cevap:
I = 0,5 A
t = 5 sn.
Q = ?

I = Q / t formülünde Q'yü bulmak (yalnız bırakmak) için bölüm hâlinde olan "t" değişkeni eşitliğin karşı tarafına çarpım olarak geçer ve formül I.t = Q ya da Q = I.t şeklini alır. Değerler formüle yerleştirildiğinde transfer olan yük miktarı Q = 5 . 0,5 = 2,5 C şeklinde bulunur.

Örnek 3: Örnek 2'deki kaynağın potansiyel farkı son durumda ne kadardır?

Cevap: İşlemi basitleştirmek için kaynağın uçlarından birinin 10 C'luk yüke ve diğerinin de 0 C'luk bir yüke sahip olduğunu varsayalım. 10 C'luk uçtan diğerine 2,5 C'luk yük aktığına göre:

Birinci ucun potansiyeli = 10 – 2,5 = 7,5 C
İkinci ucun potansiyeli = 0 + 2,5 = 2,5 C

Aralarındaki potansiyel fark ise $Q_{1-2} = Q_1 – Q_2$ = 7,5 – 2,5 = 5 C şeklinde bulunur.

Örnek 4: Örnek-2'deki devreden akan yük kaç elektronun yüküne eşittir?

Cevap: 1 C 624.10^{16} adet elektronun yüküne eşit olduğuna ve devreden toplamda 2,5 C'luk yük aktığına göre göre devreden akan yük, $2.5 .624 . 10^{16} = 156 . 10^{17}$ elektronun yüküne eşittir.

Seri/paralel bağlama: Üç arkadaş düşununüz. Birinin sağ eli diğerinin sol eline gelecek şekilde bağlarlarsa ellerini seri bağlamış olurlar. Şayet sağ ellerini bir noktada ve sol ellerini başka bir noktada birleştirirlerse ellerini paralel bağlamış olurlar. Devre elemanlarının giriş uçlarını sol eliniz ve çıkış uçlarını da sağ eliniz gibi düşünebilirsiniz.

Not: Akımın birimine amper ismi elektrik alanında önemli çalışmalar yapmış bir Fransız fizikçi ve matematikçi André-Marie Ampère (1775 – 1836)'nin anısına verilmiştir.

2.1.4. Ast ve Üst katları ve Çevrimleri

Elektriksel büyüklüklerin hepsinde olduğu gibi akım da biner biner büyür ve biner biner küçülür.

Amperin üst katları sırayla kiloamper (kA) ve megaamper (MA) dir. Megaamper büyüklüğündeki akımlar çok büyük olduğundan akım değeri olarak MA ile pek karşılaşmazsınız.

Amperin ast katları ise sırası ile miliamper (mA) ve mikroamper (μA) dir. Amperi bir binanın zemin katına koyarsak akımın ast katları binanın alt katlarına ve akımın üst katları da binanın üst katlarına yerleştirilebilir (Tablo 2).

2. kat- 1 A =	(1/(1000)/1000) = 0.000001 = 1.10^{-6} MA	Sayı iki kere bine bölünüyor.
1. kat- 1 A =	1/1000 = 0.001 = 1.10^{-3} kA	Sayı bir kere bine bölünüyor.
Zemin kat	1 amper	Zemin kat
1. kat- 1 A =	1000 = 1.10^{3} mA	Sayı bir kere binle çarpılıyor.
2. kat- 1 A =	1000.1000 = 1000000 = 1.10^{6} μA	Sayı iki kere binle çarpılıyor.

Tablo 2: Akımın ast ve üst katları

Örnekler:

5 A = ……mA

Problemi çözerken sorulan katın baz alınması çözümü kolaylaştırır. Sonra verilen katın sorulan kattan kaç kat aşağı ya da yukarıda olduğuna göre kat sayısınca bine bölünür ya da binle çarpılarak sonuç bulunur.

Miliamper, amperin bir alt katında. O zaman sayı binle (1000) çarpılmalıdır.

5 A = 5 . 1000 = 5000 mA

250 A = …….kA

kA, A'nın bir üstünde. O zaman sayı bine bölünmelidir.

250 A = 250 / 1000 = 0,25 kA

250 A = …… MA

MA, A'nın iki kat üstünde. Bu nedenle sayı 2 kere bine bölünmelidir.

250 A = (250 / 1000)/1000 = 0,000025 = 25.10^{-5} MA

100 kA = ……μA

μA, kA'nın üç kat altında. Sayı üç kere binle çarpılmalıdır.

100 kA = 100. (1000.1000.1000) = 100.10^9 μA

2.2. Elektrik Akımı Çeşitlerinin Tanımı

Elektrik akımının çeşitleri, akımın değerlerinin zamana göre değişimi esas alınarak doğru akım ve alternatif akım diye ikiye ayrılır. Doğru akım ise düzgün doğru akım ve değişken doğru akım şeklinde iki başlık altında incelenir.

2.2.1. Doğru Akım (DA, DC)

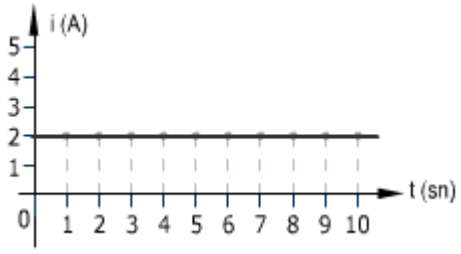
Doğru akım, zamana bağlı olarak yönü değişmeyen akıma denir.

Kısa gösterimi DA (**D**oğru **A**kım) ya da İngilizce hâliyle DC (**D**irect **C**urrent) şeklindedir.

Doğru akımın yönü değişmese de şiddeti değişebilir. Buna göre doğru akım iki başlık altında incelenebilir:

- **Düzgün doğru akım**

Zamana göre yönü de şiddeti de değişmeyen akıma düzgün doğru akım denir.



Şekil 2.6 : Düzgün doğru akım

Şekil 2.6'de düzgün, doğru akım doğrusu görülmektedir. Şekilde görüldüğü gibi zamanın hangi anını alırsak alalım akımın değerinde de bir değişme yoktur. Örneğin, akımın 2. ve 8. saniyelerdeki değerlerine baktığımızda ikisinde de 2 A olduğunu görmekteyiz.

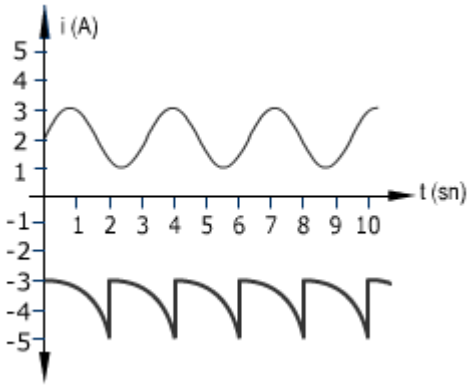
Düzgün doğru akım dinamolar, piller, akü ve bataryalardan elde edilir. Ayrıca şebeke akımı, adaptör denen cihazlarla düzgün doğru akıma dönüştürülmektedir. Örneğin, Resim 11'de farklı tip ve voltajlarda piller görülmektedir. Ayrıca şarj olabilen pilleri şarj etmek için bir şarj cihazı görülmektedir. Şarj cihazı, adaptör gibi davranır ve önce şebeke gerilimini

uygun değere düşürür (3,4.5, 6, 7.5, 9, 12 V vb.) ve sonra alternatif akımı doğru akıma dönüştürerek pilleri şarj edecek düzgün doğru akımı sağlar.

Resim 11: Farklı tiplerdeki piller

- **Değişken doğru akım**

Zaman göre yönü değişmeyen ancak değeri değişen akımlara değişken doğru akım denir.



Şekil 2.7: Farklı değişken doğru akım eğrileri

Şekil 2.7'de iki farklı değişken doğru akım eğrisi görülmektedir. Şekilde birinci eğri pozitif değere sahipken ikinci eğri negatif değere sahiptir. Bunun ne anlama geldiğini kısaca ifade etmek gerekirse diyelim ki birinci ve ikinci eğrilerdeki akımlar iki farklı lambadan geçiyor. Lambaların ışık şiddetlerinin yanında (çünkü eğrilerin değerleri farklı) geçen akımların yönleri de farklı olur.

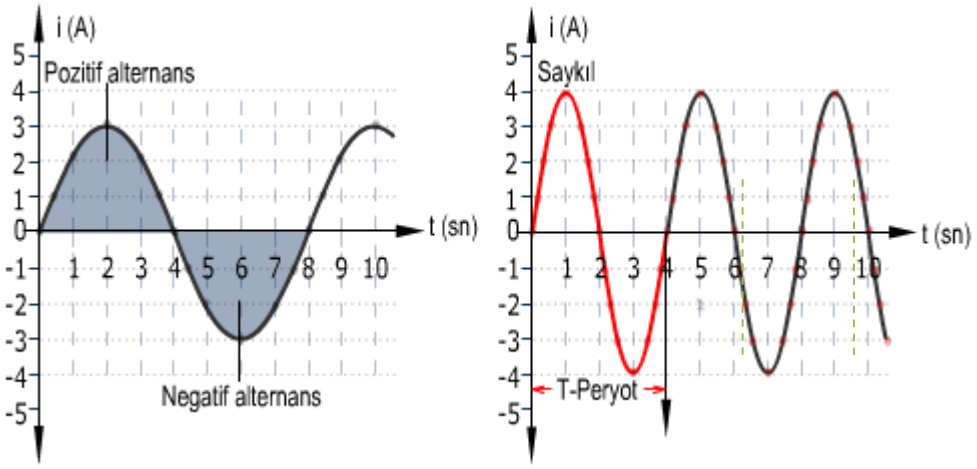
Resim 2.2: Sinyal jeneratörü

Periyodik değişken doğru akım, sinyal (pals-puls) jeneratörü denen cihazlarla elde edilir (Resim 2.2).

2.2.2. Alternatif Akım (AA, AC)

Zamana bağlı olarak hem yönü hem de şiddeti değişen akımlara alternatif akım denir. Alternatif akım denince akla ilk olarak şebekeden çekilen akım gelir. Şebeke akımının dalga formu sinüs eğrisi şeklindedir. Şekil .8'deki eğriler, şebeke akımının örnekleridir ve sinüs eğrisi ya da sinüsoidal eğri olarak adlandırılmaktadır.

Kısa gösterimi AA (Alternatif Akım) ya da İngilizce olarak AC (Alternative Current) şeklindedir.



Şekil 2.8: Alternatif akım eğrileri

Şekil 2.8'de iki adet alternatif akım eğrisi görülmektedir. Bu eğrilerin görünümleri farklı olsa da dalga boyu (periyot), genlik ve frekans olmak üzere birtakım ortak özelliklere sahiptir.

Alternans: Bir eğrinin y ekseninde sıfırdan geçip tekrar sıfıra döndüğünde elde edilen eğri parçasıdır.

Saykıl: Bir pozitif ve bir negatif alternanstan oluşan eğri parçasıdır.

Periyot: Şekil 2.8'de eğrinin sıfırdan başlayarak pozitif maksimum değere yükselmesi, tekrar düşerek sıfıra ve negatif maksimum değere inmesi, buradan da tekrar sıfıra ulaşmasına kadar geçen süreye periyot denir. Şekildeki eğri, sinüs eğrisidir. Dolayısıyla elde edilen "emk" de sinüsoidal bir emk'dir.

Frekans: Bir saniyede tekrarlanan saykıl sayısı. Frekans'ın birimi Hertz (Hz) dir.

Frekans ile periyot arasında F = 1 / T eşitliği söz konusudur. Örneğin bizim şebeke gerilimimiz 50 Hz'dir. Buna göre **1 saykıl için geçen zaman = periyot = T = 1 / F = 1 /50 = 0.02 sn.**dir.

2.3. Elektrik Akımının Etkileri

Hemen her gün elektrik akımının birçok etkisi ile yüz yüze gelmekteyiz. Evlerimizdeki lambalar, ısıtıcılar, telefon, televizyon vb. elektrik akımının bir etkisinden faydalanılarak geliştirilmiş cihazlardır.

2.3.1. Isı Etkisi

Soğuk havalarda hepimizin üşüdüğümüzde ellerimizi birbirine sürterek ısındığımız olmuştur. Peki, böyle yaptığımızda ne oluyor da ısınıyoruz? Sürtünme sonucu ellerimizdeki atomların kinetik (hareket) enerjisini arttırıyoruz yani aslında sadece bir enerji dönüşümü gerçekleştiriyoruz.

Elektrik akımının ısı etkisinden faydalanılarak işlerimizi kolaylaştıran birçok cihaz yapılmaktadır. Evlerimizdeki elektrikli ocaklar, ısıtıcılar, fırınlar bunlara örnek gösterilebilir (Resim 12).

Resim 12: Elektrikli ocak ve ısıtıcı

Elektrik enerjisinin ısı etkisinden evlerimizde faydalandığımız gibi farklı endüstri kollarında da kullanımı çok yaygındır ancak elektrik akımının ısı etkisinin istenmediği durumlar da söz konusudur. En basitinden kullanımı gittikçe azalsa da evlerimizdeki akkor flamanlı lambalar iyi bir örnek teşkil edebilir. Bu lambaların kullanım amacı aydınlatma olmasına karşın ışık verimlerinin %10 civarında olması ve enerjinin çoğunu ısıya dönüştürmeleri istenmeyen bir durumdur.

Benzer şekilde bilgisayarınızın güç kaynağında fan bulunmaktadır çünkü akım geçen devre elemanları fazlaca ısınmakta ve soğutulmazlarsa bozulma riski bulunmaktadır. Trafolar, elektrik motorları vb. birçok elektrikli makinede ısınma, hem enerji kaybına hem de soğutma zorunluluğu yüzünden ekstra harcamalara neden olmaktadır.

2.3.1.1. Akım Geçiren İletkenlerin Isınması

Aslında ellerimizi sürterek ellerimizi ısıtmamız ile bir iletkenden akım geçirilince iletken telin ısınması sırasında aynı olaylar geçekleşmektedir. Tek fark iletken telde bu işi elektrik akımının yapmasıdır. Bir iletkenden akım geçirilince elektronların atomlarla ve başka elektronlarla çarpışmaları sonucu iletken telin toplam kinetik enerjisinin artmasına neden olmaktadır. İletken telde artan (oluşan) ısı ise daha az ısıya sahip olan ortama yayılmaktadır.

İletkenlerin ısınma düzeyleri, iletkeni oluşturan atom ya da moleküllerin elektrik akımına (elektronların geçişine) izin verme oranına bağlıdır yani akım bir iletkenden daha kolay geçiyorsa iletken tel daha az ısınır. Daha zor geçiyorsa (sürtünme ve çarpışmalardan dolayı) iletken tel daha çok ısınır.

2.3.1.2. İletkenlerin Kabul Edilebilir Isınma Düzeyleri

Isıtıcı yapımında kullanılan iletkenlerin tersine, akım taşıyan iletkenlerin ısınması istenmez çünkü iletken ısınınca enerji kaybına neden olur. Bunun da ötesinde aşırı ısınmayla eriyerek yangın gibi istenmeyen olaylara sebebiyet verebilir. Yine de üzerinden akım geçen her iletken bir miktar ısınır. İletkenlerin ısınma miktarları, yapıldıkları maddenin cinsine göre farklılık arz eder.

Yapıldıkları malzemenin cinsine göre her iletkenin dayanabileceği azami bir sıcaklık değeri vardır. Bu sınır sıcaklığı, iletkenin erime sıcaklığı da göz önünde bulundurularak yalıtım malzemesinin erime sıcaklığına göre belirlenir.

İletkenlerin ısınma düzeyleri normal çalışma ve kısa devre durumunda farklılık arz eder. İletkenler (malzeme cinsi ve kalitesine bağlı olarak) çok kısa bir süre yüksek sıcaklıklara dayanabildikleri için kısa devre sınır sıcaklık değerleri normal çalışma sınır sıcaklığından daha yüksektir.

İletken üretim firmaları farklı amaçlara yönelik, farklı çeşitlerde iletkenler üretmektedir. Firmalar, çeşitli hesaplar ve testler sonucunda bir iletkenin taşıyabileceği azami akımı, dayanabileceği azami sıcaklığı vb. bilgileri kablo kataloglarında belirtir.

Resim 13: Çok damarlı çok telli bir kablo

İletken seçimi iletkenin hangi amaçla, nerede ve hangi şartlarda kullanılacağının tespiti yapıldıktan sonra kataloglardan yararlanarak yapılabilir.

Resim 13'te örnek olması bakımından üretici bir firmanın ürettiği kablolardan biri görülmektedir. Tablo 3'te ise kabloya ait katalog bilgileri görülmektedir. Kablonun (iletkenin) dayanabileceği sınır sıcaklık değerleri tablonun son satırında kalın harflerle yazılmıştır.

H05vv5-F (Nyslyö-Jz)
Kumanda kontrol kabloları yapısı 1.İletken : İnce çok telli bakır 2.İzole : pvc 3. Dış kılıf : pvc
Uygulama alanı Bu tip kablolar ölçme, görüntüleme ve kontrol amacı ile makine üretiminde, enerji istasyonlarında, mühendislik projelerinde, ısıtma-havalandırma ve diğer elektrik sistemlerinde, kuru ve nemli yağlı ortamlarda, özellikle endüstriyel çevre şartlarında kullanıma uygundur. Bu tip kablolar açık havada dış ortamda kullanılamaz.
Teknik veriler Minimum bükülme yarı çapı : 12 x d Maksimum çalışma sıcaklığı : 70 °C Maksimum kısa devre sıcaklığı : 160 °C Beyan gerilimi UO/U : 300/500 V Deney gerilimi AC : 2 kV

Tablo 3: Bir iletkene ait katalog bilgileri

2.3.1.3. Joule Kanunu

Jul (Joule) Kanunu, bir iletkende üretilen (dönüştürülen) ısı miktarının nelere bağlı olduğunu ortaya koyar.

Jul Kanunu'na göre bir iletkende ortaya çıkan ısının miktarı, iletkenin direncine bağlı olarak üzerinden geçirilen akımın karesi ve akımın geçme süresi ile doğru orantılıdır. Matematiksel ifadesi ise aşağıdaki gibidir:

$Q = I2 . R . t$ (Joule)

Eşitlikteki sembollerin anlamları ve birimleri aşağıdaki gibidir:

Q : İletkendeki ısı miktarı (Joule - J)

I : İletkenden geçen akım (Amper - A)
R : İletkenin direnci (Ohm - Ω)
t : Akımın geçme süresi (Saniye – sn.)

Isı birimi olarak günümüzde genellikle kalori (Calori-Cal) kullanıldığı için **jul**, **kalori**ye dönüştürülür ve formül de aşağıdaki gibi kullanılır:

$Q = 0.24 . I^2 . R . t$

Örnek: Direnci 220 Ω olan bir ısıtıcıdan 1 saat boyunca 1 A şiddetinde bir akım geçirilmiştir. Isıtıcıdan elde edilen sıcaklığın miktarı nedir?

Cevap:

I = 1 A
t = 1 . 60 . 60 = 3600 sn.
Q = ?

$Q = 0.24 . I^2 . R . t$

$Q = 0,24 . 1^2 . 220 . 3600 = 190080$ Cal. = 190 k Cal.

2.3.1.4. Isı Etkisinin Endüstride Kullanım Yerleri

Evlerimizdeki ısıtıcılardan, ütülerden, fırınlardan tutun da endüstrinin birçok kolunda elektrik akımının ısı etkisinden faydalanılmaktadır. Elektrik akımının ısı etkisi endüstriyel fırınlarda, döküm işlerinde, kaynak işleri vb. işlerde direkt olarak kullanılmaktadır. Ayrıca elektrik akımının ısı etkisi dikkate alınarak ya da ondan faydalanılarak birçok kontrol elemanı ya da aygıtı yapılmakta ve kullanılmaktadır. Örneğin, evinizdeki elektrikli sobanın yaydığı ısı, akımın ısıtıcı telinden geçmesi ile ilgiliyken ayarladığınız sıcaklıkta ısıtıcının devre dışı kalması (çalışmasının durması) bir kontrol elemanı olan termistör ya da termostatla ilgilidir. Bu elemanlar elektrik akımının ısı etkisi dikkate alınarak yapılmış elemanlardır.

Yukarıdaki örneğe benzer şekilde elektrik akımının ısı etkisi dikkate alınarak sigorta, termik röle gibi çeşitli devre koruma elemanları, termik ölçü aletleri gibi ölçme aletleri ve termistörler, termostatlar gibi kontrol elemanları yapılmakta ve endüstride kullanılmaktadır. Bu elemanların bir kısmı evlerimizde de kullanılmaktadır.

2.3.1.5. Elektrikli Isıtıcı Hesapları

Elektrik akımı metallerden geçerken metalin cinsine göre farklı miktarlarda ısı üretir. Öz dirençleri yüksek teller daha çok ısı üretir. Isıtıcı tel (rezistans) olarak ısıya dayanaklı teller tercih edilmektedir. Verim/dayanıklılık oranı göz önüne alındığından ısıtma teknolojisinde genellikle krom-nikel teller kullanılmaktadır. Krom-nikel tellerin tercih

edilme sebebini anlamak için krom-nikelin öz direnç değeri olan **1.1** rakamını Tablo 4'teki bazı metallerin özdirenç değerleri ile karşılaştırmak yeterlidir.

İletkenin Cinsi	**Öz direnç (Δ) Ωmm2/m**
Gümüş	0,016
Bakır	0,0178
Altın	0,023
Alüminyum	0,0285
Magnezyum	0,045
Wolfram	0,055
Çinko	0,063

Tablo 4: Bazı metallerin öz direnç değerleri

GÜÇ (Watt)	110 – 220 (Volt)	TEL KESİTİ (mm^2)	TEL ÇAPI (mm)	TEL UZUNLUĞU (m)	TEL AĞIRLIĞI (Gr)	DİRENÇ (Ohm)	ÇEKTİĞİ AKIM (Amper)
100	110	0,02	0,16	2,18	0,34	120	0,91
	220	0,0078	0,10	3,38	0,21	490	0,45
150	110	0,038	0,32	2,32	0,70	81	1,36
	220	0,0153	0,14	4,28	0,50	328	0,68
200	110	0,057	0,27	2,50	1,20	60,51	1,82
	220	0,02	0,16	4,32	0,67	242	0,91
250	110	0,07	0,30	2,72	1,32	43,6	2,27
	220	0,0254	0,18	4,35	0,86	194,4	1,13
300	110	0,096	0,35	3,45	2,25	40,5	2,73
	220	0,038	0,22	5,18	1,90	161,7	1,36
350	110	0,125	0,40	3,83	4,90	34,8	3,15
	220	0,049	0,25	6,00	2,40	136	1,59
400	110	0,16	0,45	4,30	5,50	30,5	3,65
	220	0,057	0,27	6,00	2,40	118,8	1,85
450	110	0,225	0,50	4,45	7,20	26,8	4,10
	220	0,0707	0,30	6,10	3,40	107	2,05
500	110	0,225	0,57	5,45	10,9	24,2	4,55
	220	0,0707	0,30	6,10	2,95	97,5	2,27
550	110	0,321	0,60	5,50	12,00	22	5
	220	0,0803	0,32	6,20	3,30	88	2,5
600	110	0,395	0,64	5,80	14,6	20,3	5,4
	220	0,0803	0,32	6,30	4,75	80	2,75
650	110	0,385	0,70	6,38	18,4	18,7	5,9
	220	0,108	0,37	6,77	5,3	74,5	2,95
700	110	0,385	0,70	6,35	16,25	17,29	6,36
	220	0,125	0,40	7,95	6,2	70	3,18
750	110	0,385	0,70	5,50	16	16,2	6,8
	220	0,125	0,40	7,15	5,7	5,7	3,4
800	110	0,502	0,80	5,3	15,4	15,2	7,25
	220	0,160	0,45	8,7	11	60,2	3,65
850	110	0,502	0,80	6,3	25,5	14,3	7,7
	220	0,160	0,45	8,1	10,3	57	3,85
900	110	0,502	0,80	6,00	24	13,4	8,2
	220	0,136	0,50	9,2	14,6	53,5	4,1
950	110	0,636	0,90	5,7	23	12,7	8,65
	220	,0196	0,50	8,9	14,2	51,3	4,3
1000	110	0,636	0,90	6,85	30	12,1	9,1
	220	0,255	0,57	11,00	22	48,5	4,55

Tablo 5: Çeşitli güç ve gerilimler için krom-nikel telin fiziksel ve elektriksel değerleri

Isıtıcı hesaplarında kullanılacak telin cinsi belirlendikten sonra hangi güçte bir ısıtıcı yapılacağına karar verilir. Bu kararı ihtiyaçlar ya da pazar durumları belirler.

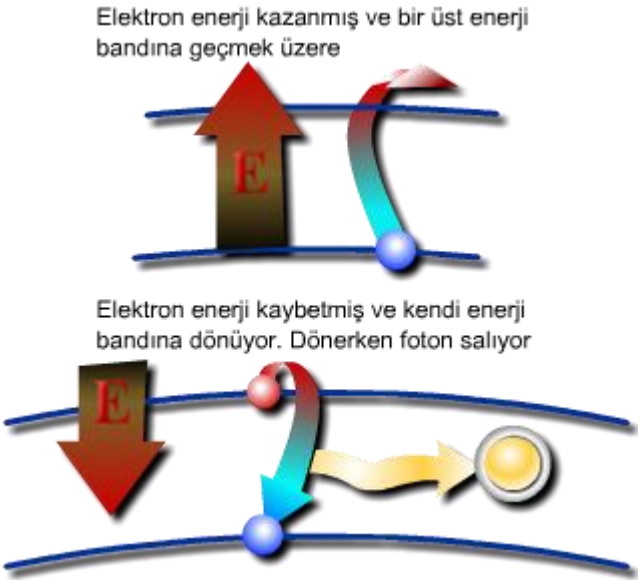
Isıtıcının çalışma gerilimi de göz önünde bulundurularak belirlenen gücün elde edilebilmesi için telin uzunluğu ve çapının hesabına geçilir.

Örnek: 220 voltluk şebekede çalışacak 1000 W'lık bir ısıtıcı için kullanılacak krom-nikel telin çapını ve uzunluğunu bulunuz.

Cevap: Öncelikle tablonun 1. sütunundan güç değerini eşleştiririz. Buna göre bizim okuyacağımız (alacağımız) değerler tablonun son satırında bulunmaktadır. Tabloya göre kullanılması gereken telin çapı 0,57 mm (4. sütun, son satır) ve uzunluğu da 11 m'dir. (5. sütun, son satır)

2.3.2. Işık Etkisi

Elektrik akımı bazı metallerden veya gazlardan geçerken bu maddelerden ışık yayıldığı görülür.



Şekil 2.9: Işığın oluşumu

Elektrik akımının geçtiği maddelerin ısındığını biliyoruz. Akım geçiren iletkenin atomları ısındığında elektronları ek bir enerji kazanır. Toplam enerjileri çekirdeğin çekim gücünü yendiği takdirde bir üst enerji bandına sıçrar. (Şekil) Atomu uyaran etki geçtiğinde ya da azaldığında atom çok kısa bir sürede soğumaya başlar ve elektronların enerjileri de azalmaya başlar. Enerjileri azalarak çekirdeğin çekim gücüne yaklaşınca eski enerji bandına dönmek zorunda kalır. Ancak enerjileri hâlâ ilk enerji miktarından fazladır. Elektronlar eski yörüngelerine dönerken bu "artık" enerjiyi foton parçacıkları hâlinde etrafa yayar.

Milyarlarca atomdaki milyarlarca elektronun yaydığı milyarlarca foton birleştiğinde etrafı aydınlatan ışık üretilmiş olur.

Elektrik enerjisinin ışık etkisinden faydalanma alanı oldukça geniştir. Aydınlatmadan tutunda eğlence sektörüne, teşhis ve tedavi amaçlı tıp uygulamalarından haberleşme teknolojisine, baskı teknolojilerinden güvenlik uygulamalarına, otomatik kontrol uygulamalarından bilimsel amaçlı test ve ölçüm uygulamalarına kadar birçok alanda kullanılmaktadır.

Örneğin, evler ve iş yerlerindeki aydınlatma amaçlı lambalar, televizyon ve benzeri cihazların kumandaları, hemen bütün cihazlarda bulunan ve çalışıp çalışmadığını gösteren led'ler daha somut örnekler olarak sıralanabilir (Resim 14).

Resim 14: Farklı tiplerde lambalar

2.3.3. Manyetik Etkisi

Demir, nikel, kobalt gibi metalleri çekme özelliği gösteren metallere mıknatıs dendiğini biliyoruz. Mıknatıslar doğal ve yapay olmak üzere iki çeşittir. Doğal mıknatıs, demirin (Fe) oksijenle (O_2) oluşturduğu Fe_3O_4 bileşiğidir. Yapay mıknatıslar ise demir, nikel, kobalt gibi malzemelerin alaşımlarının mıknatıslandırılması (mıknatıs etkisine sokulması) ile elde edilir.

Mıknatıssal veya manyetik alan, bir mıknatısın mıknatıssal özelliklerini gösterebildiği alandır. Mıknatısın çevresinde oluşan çizgilere de mıknatısın o bölgede oluşturduğu manyetik alan çizgileri denir. Manyetik alan çizgilerinin yönü kuzeyden (K) güneye doğrudur. Dünyamız da kendisini çevreleyen bir manyetik alana sahiptir ve pusulanın çalışmasını bu alana borçluyuz (Resim 15).

Üzerinden akım geçirilen iletkenlerde de manyetik alan oluşmaktadır. Elektrik akımının manyetik etkisinin kullanım alanı oldukça geniştir. Gerilim dönüştürücü ve daha başka amaçlı trafolar, elektrik motorları, haberleşme sinyallerinin üretimi, iletimi ve alınması, indüktif sensörler, mikrodalga uygulamaları, elektrik akımının manyetik etkisini kullanır.

Sektörel anlamda, enerji, haberleşme, güvenlik, tıp vb. alanlarda kullanımı yaygındır.

Resim 15: Farklı tipte mıknatıslar ve yerkürenin manyetik alanı

2.3.3.1. Manyetik Maddeler

Manyetik alandan etkilenen ya da manyetik alanı etkileyen maddelere manyetik maddeler denir.

Demir gibi yumuşak malzemeler kolay mıknatıslanır ancak mıknatıs etkisinden uzaklaşınca manyetik (mıknatıs) özelliklerini kolay kaybeder. Nikel ve kobalt gibi sert malzemeler ise daha zor mıknatıslanır ancak mıknatıslık özelliklerini yumuşak malzemelere göre daha uzun süre koruyabilir.

Alüminyum, nikel ve kobaltın alaşımından yapılan yapay mıknatıs ise mıknatıslandıktan sonra bu özelliğini hiç kaybetmez.

Manyetik maddeler özelliklerine göre üç başlık altında incelenebilir:

- **Ferromanyetik madde:** Bağıl manyetik geçirgenlikleri 1'den çok büyük olan maddelerdir. Böyle maddeler manyetik alana konursa mıknatıslanır ve bölgedeki manyetik alan şiddetini alır. Kobalt, nikel, demir gibi maddeler ferromanyetik maddedir.

- **Paramanyetik madde:** Bağıl manyetik geçirgenlikleri 1'den biraz büyük olan maddelerdir. Bunlar manyetik alana konursa çok az mıknatıslanır ve bulundukları bölgede alan şiddetini biraz arttırır. Alüminyum, manganez gibi maddeler paramanyetik maddedir.

- **Diyamanyetik madde:** Bağıl manyetik geçirgenlikleri 1'den biraz küçük olan maddelerdir. Bunlar manyetik alana konulduklarında alana zıt yönde ve zayıf olarak mıknatıslanır. Bulundukları bölgedeki manyetik alan şiddetini azaltır. Bakır, gümüş, bizmut ve karbon gibi maddeler diyamanyetik maddelerdir

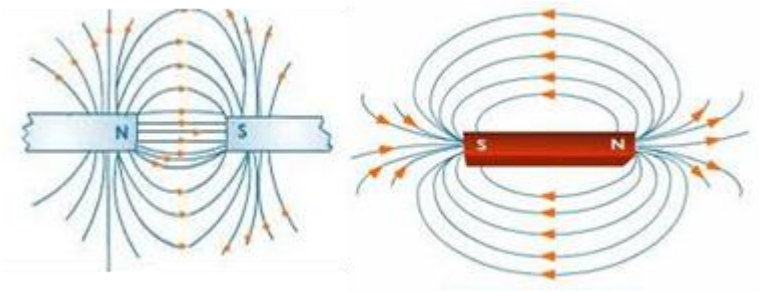
2.3.3.2. Manyetik Olmayan Maddeler

Manyetik alandan etkilenmeyen maddelere manyetik olmayan maddeler denir.

Manyetik olmayan maddeler, kâğıt, lastik, plastik, cam, mika, seramik, tahta vb. şeklinde sıralanabilir.

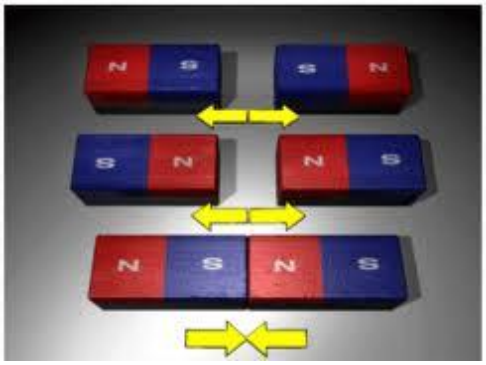
2.3.3.3. Mıknatıs Kutupları

Mıknatısın itme ya da çekme kuvvetinin en yoğun olduğu bölgeler, mıknatısın kutuplarıdır. (Şekil 2.10) Bir mıknatısın N (North) ve S (South) olmak üzere iki kutbu vardır. Bir mıknatıs parçalara bölündükçe her bir parça yine iki kutuptan oluşan bir mıknatıs özelliği gösterir.



Şekil 2.10: Mıknatıs kutupları ve kuvvet çizgileri

Farklı iki mıknatıs birbirlerine yaklaştırıldığında aynı kutupların (N-N ya da S-S) birbirini ittiği, zıt kutupların (N-S ya da S-N) ise birbirlerini çektiği görülür (Şekil 2.11).

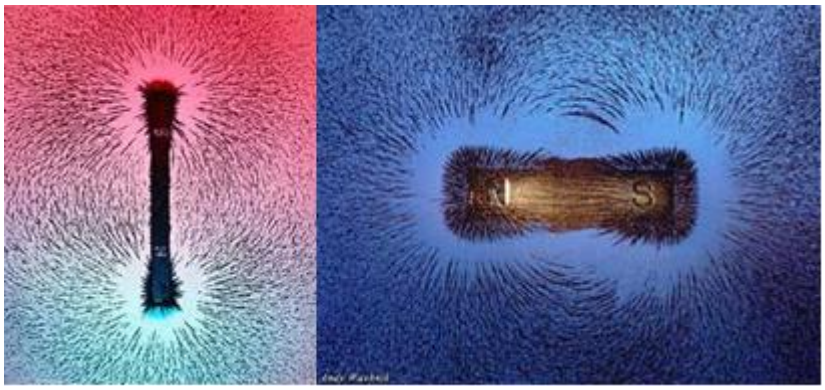


Şekil 2.11: Mıknatıs kutupları ve aralarındaki kuvvetlerin yönü

2.3.3.4.Manyetik Alan

Manyetik alan, bir mıknatısın mıknatıssal özelliklerini gösterebildiği alandır. Mıknatısın çevresinde oluşan çizgilere de mıknatısın o bölgede oluşturduğu manyetik alan çizgileri denir. Bu etki, bir mıknatısın etrafına demir tozları döküldüğünde tozların, kutupların bölgesinde yoğun olmak üzere mıknatısın etrafında çizgiler meydana

getirmesinden anlaşılır. Bu nedenle manyetik alan, alan çizgileri ya da manyetik kuvvet çizgileri şeklinde de ifade edilmektedir (Resim 16).



Resim 16: Mıknatıslar ve etraflarındaki çizgiler

2.3.3.5. Manyetik Kuvvet Çizgilerinin Özellikleri

- Kuvvet çizgileri kapalı bir devre oluşturacak şekilde ilerler.
- Kuvvet çizgileri birbirlerini iter (Birbirlerine paralel ilerler.). Bu nedenle de kesişmez.
- Kuvvet çizgilerinin yönü dışarıda N kutbundan S kutbuna doğrudur.
- Manyetik kuvvet çizgileri her maddeyi etkilemese de her maddeden geçer.
- Zıt yöndeki kuvvet çizgileri birbirlerini zayıflatır.
- Aynı yöndeki kuvvet çizgileri manyetik alanı kuvvetlendirir.

2.3.3.6. İletken Etrafında Oluşan Manyetik Alan ve Bunun Zararlı Olduğu Ortamlar

Bir iletkenden akım geçirilince iletken etrafında bir manyetik alan oluşur. Tıpkı mıknatısta olduğu gibi bu alanın da itme ve çekme özelliği vardır.

İletken etrafında oluşan alanın yönü sağ el kuralı ile bulunur. Kurala göre iletken avuç içine alacak şekilde tutulduğunda ve başparmak akımın yönünü, kalan dört parmak ise iletkende oluşan manyetik alanın yönünü gösterir (Şekil 2.12).

Elektrik akımının manyetik etkisinden faydalanma alanları oldukça fazladır. Buna karşın birçok zararlı etkileri de söz konusudur.

Elektromanyetik dalga, ışımanın dalga teorisine göre uzayda ya da maddesel bir ortamda yayılan ve salınım yapan bir elektrik alan ve manyetik alanın birlikte oluşturduğu kabul edilen dalgalara verilen addır.

Bazı dalgaların canlılar üzerinde birtakım olumsuz etkileri olmaktadır. Hâlâ tartışmalar sürse de bu dalgaların insanın bağışıklık sistemini zayıflattığı ve kanser türü hastalıklara neden olduğu söylenmektedir.

Şekil 2.12: İletken etrafında oluşan manyetik alan ve sağ el kuralı

Bir sistemin manyetik alanı, iyi bir manyetik yalıtım yapılmazsa başka sistemlerin çalışmasını olumsuz etkileyebilir. Örneğin, televizyon ya da bilgisayarın yanında cep telefonu faaliyete geçince hem parazit sesleri duyulur hem de ekran görüntülerinde bozulmalar olur.

Benzer şekilde, yakından geçen bir arabanın yaydığı manyetik alanlar sonucu radyonun alıcı devresini etkilemesi ve üretilen seslerin bozulması da bir örnek olabilir. Özellikle elektronik yöntemlerle hassas sistemlerde ve hassas ölçümlerin yapıldığı yerlerde bu etki sakıncalı sonuçlar doğurabilir. Örneğin, birtakım önlemler sonucunda cep telefonları birçok ulaşım aracında kullanılabilse de hâlâ cep telefonlarının kullanımının sakıncalı (yasak) olduğu toplu taşıma araçları bulunmaktadır.

Manyetik alanın sakıncaları:

- Canlı metabolizmasını bozarak hâlsizlik, yorgunluk ve birtakım hastalıklara sebebiyet verebilir.
- Ölçüm cihazlarını etkileyerek yanlış ölçümlere neden olabilir.
- Bazı elektronik cihazların çalışmaları üzerinde olumsuz etkileri görülebilir.

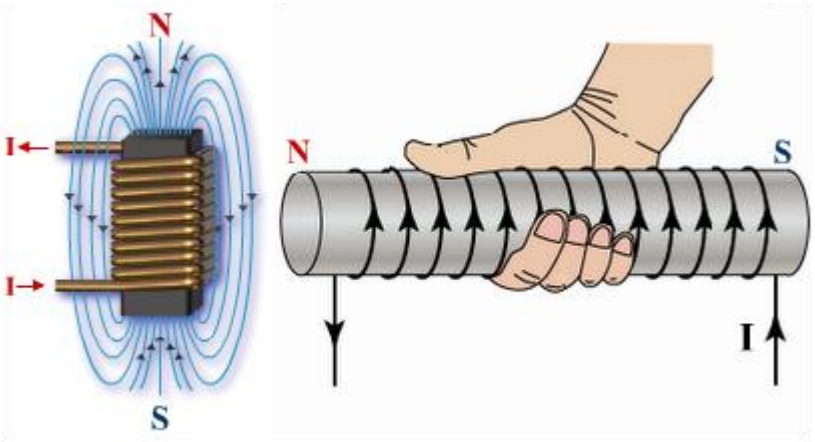
2.3.3.7.Elektromıknatıs ve Kullanım Alanları

Elektromıknatıs, bir manyetik nüve ve nüvenin üzerine sarılan bir bobinden oluşur.

Bir iletkenden akım geçirildiğinde etrafında bir manyetik alanın oluşur.Bir bobinden akım geçirildiğinde ise etrafında daha güçlü bir manyetik alan oluşur ve bu alan, nüve üzerinden dolaşarak nüvenin mıknatıs özelliği göstermesini sağlar.

İletken telin üst üste sarılmasının nedeni birim alandaki manyetik alan şiddetini artırmaktır çünkü oluşan manyetik alan miktarı telin boyu ile doğru orantılıdır.

Düz bir elektromıknatısta alanın yönü sağ el kuralına göre bulunur. Sağ elin dört parmağı akımın yönünü gösterecek şekilde tutulduğunda başparmak alanın yönünü (N kutbunu) gösterir (Şekil 2.13).



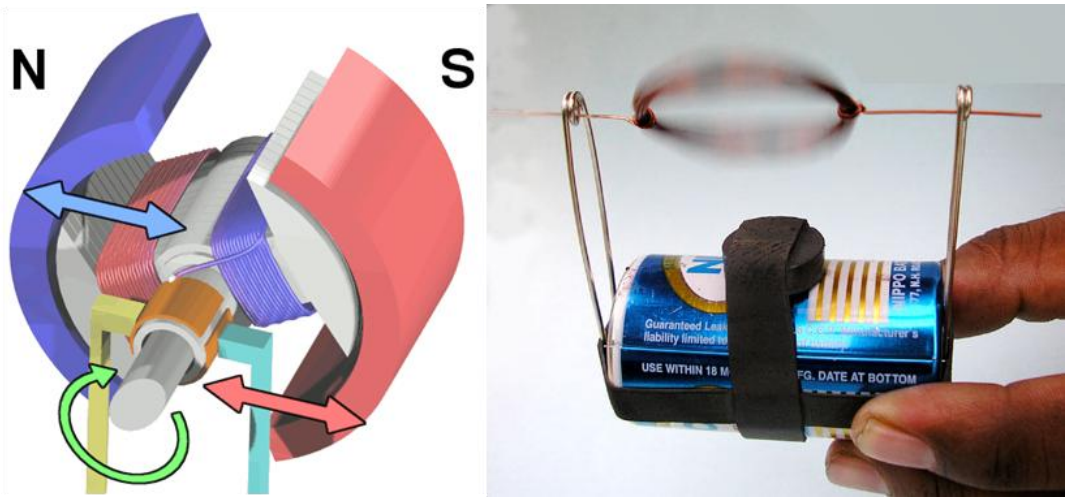
Şekil 2.13: Elektromıknatıs ve manyetik alanı - sağ el kuralı

Elektromıknatıslar, evlerde iletişim araçlarının mikrofon ve hoparlörlerinde, çamaşır makinesi, buzdolabı gibi cihazların motorlarında, birçok elektronik cihazın adaptörlerinde, kaçak akım ve aşırı akım rölelerinde, sigortalarda, kumandanda röleleri ve kontaktörlerde vb. yerlerde kullanılır (Resim 17-Resim 18).

Elektromıknatısın kullanım alanlarından bazılarını aşağıdaki gibi sıralayabiliriz:

- Radyo, televizyon, müzikçalar gibi cihazların hoparlörlerinde, mikrofonlarda
- Evlerdeki tokmaklı kapı zilinde, buzdolabı, çamaşır makinesi gibi cihazların motorlarında, araba marş motorlarında, evlerde, iş yerlerinde ve endüstrinin hemen her kolunda kullanılan çok değişik tipteki motorlarda
- Evlerdeki adaptörlerin trafolarında, enerji iletiminde kullanılan gerilim dönüştürücü trafolarda ve yine hemen her cihazda kullanılan gerilim uygunlaştırıcı trafolarda kullanılır. Ölçme (ölçme alanını genişletme) amaçlı trafolarda
- Koruma amaçlı röleler, şalterler ve kumanda amaçlı röle ve kontaktörlerde, sigortalarda
- Haberleşmede ses ve görüntü iletiminde
- Arama ve güvenlik amaçlı endüktif dedektörlerde
- Hızlı (manyetik) trenlerde
- Metal ayıklama sistemlerinde ve vinçlerde
- Atom laboratuvarlarında parçacık hızlandırıcılarda

Resim 17: Elektromıknatısın çeşitli cihazlarda kullanımı



Resim 18: Elektrik motorunda elektromıknatıs

Not: Elektromıknatıs nüvesi yumuşak demirden ya da aynı özellikteki saçlardan yapılır çünkü elektromıknatısın akımı kesildiğinde nüvenin de manyetik özelliğinin sona ermesi gerekir.

2.3.3.8. Basit Bir Elektromıknatıs Uygulaması

Bu uygulamada Resim 19'deki gibi bir elektromıknatıs yapmaya çalışacağız.

Deney için hazırlık
Uygulama için aşağıdaki malzemeleri hazırlayınız.

- Bir adet 1,5 voltluk pil
- 15-20 cm uzunluğunda bir çivi ya da yaklaşık ölçülerde demir parçası

- İki adet 0,50 mm² kesitinde ve 100 - 150 cm uzunluğunda bir emaye bobin teli kesiniz (0,75 mm^2 kesitinde zil teli de olabilir.).
- Bir adet doğal mıknatıs
- Bir miktar topluiğne, cam çivisi ya da ataç bulundurunuz.

Resim 19: Basit bir elektromıknatıs

Deneyin yapılışı:
Elektromıknatısı yapmak için aşağıdaki adımları izleyiniz:

1. Bobin teli kullanıyorsanız tellerin uçlarından 1 cm civarında maket bıçağı ile kazıyarak iletken kısmı ortaya çıkarınız. Zil teli kullanıyorsanız kablo uçlarını yan keski ile 1 cm kadar soyunuz.
2. Teli düzgün bir şekilde çivinin ya da metal çubuğun üzerine sarınız.
3. Pili, Resim 2.10'da görüldüğü gibi elde ettiğiniz elektromıknatısın üzerine yapıştırınız.
4. Bobinin (kablonun) bir ucunu pilin eksi kutbuna (altına) yapıştırınız.
5. Şimdi bir elinizle açıkta kalan bobin ucunu pilin artı kutbuna dokundurarak diğer elinizle elektromıknatısı metal cisimlere (toplu iğne, ataç, çivi vb.) yaklaştırınız.
6. Elektromıknatısı sağa sola, yukarı aşağı hareket ettirerek çekim gücünü anlamaya çalışınız.
7. Bobinin diğer ucunu da bantlayınız (artı uca) ve elektromıknatısınızı çeşitli açılarla doğal mıknatısa yaklaştırınız ve iki mıknatıs arasındaki etkileşimi gözlemleyiniz.

Deneyin sonucu:

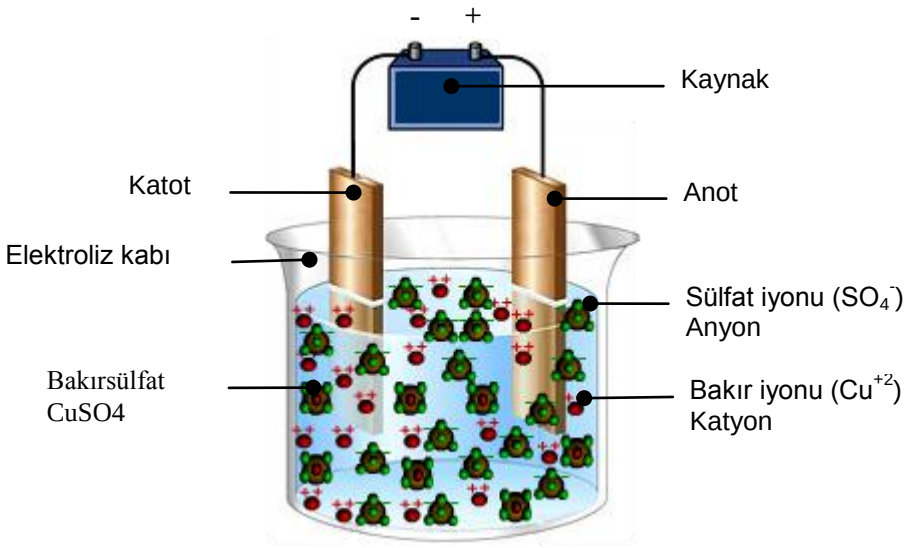
- Manyetik bir malzeme, üzerine iletken tel sarılıp akım geçirildiğinde mıknatıslık özelliği kazanır.
- Elektromıknatıs çalışır hâldeyken doğal mıknatısa yaklaştırıldığında aralarında itme ve çekme gerçekleşir. Bu da elektromıknatısın aktifken tamamen doğal mıknatıs gibi davrandığını gösterir.

- Akım kesilince elektromıknatısın mıknatıslık özelliği çok kısa bir sürede yok olur.

2.3.4. Kimyasal Etkisi

Elektrik akımı bazı sıvı bileşiklerden geçirilince (asitli bazlı tuzlu su) sıvı iyonlarına ayrılır ve bu iyonlar elektron taşıyıcısı durumuna geçerek sıvıdan elektrik akımının geçmesini sağlar.

2.3.4.1. Elektroliz



Şekil 2.14 : Elektroliz düzeneği

Elektrolizin özellikle metalürji ve galvanoteknikte olmak üzere birçok kullanım alanı vardır. Elektroliz düzeneği, bazı metallerde değişiklikler meydana getirmek ve bazı gazların üretimi için kullanılır. Metallerin saflaştırılması, sertleştirilmesi, kaplanması vb. işlemlerin bir kısmı elektrolizle de yapılmaktadır.

- **Elektrot, elektrolit (çözelti), elektroliz tanımları**

Bir elektroliz düzeneği, içinde asit, baz ya da tuz çözeltisi bulunan bir kap, bir kaynak ve kaynağın uçlarına bağlı birbirine değmeyecek şekilde elektroliz kabına (çözeltiye) daldırılmış iki elektrottan oluşur (Şekil2.14).

Elektrot: Birer uçları kaynağa ve birer uçları ise sıvının içine daldırılan ve genellikle metal olan iletken çubuklara denir.

Kaynağın pozitif ucuna bağlı olan elektroda **anot** ve kaynağın negatif ucuna bağlanan elektroda ise **katot** denir.

Elektrolit: Eriyik hâlindeki (iyonlarına ayrılmış) sıvılarla suyun karışımı olan (iyon ihtiva eden) iletken sıvıdır.

Elektroliz: Elektolitik sıvıdan (çözelti) elektrik akımı geçirildiğinde sıvı içerisinde gerçekleşen tepkimelere elektroliz denir.

İyon: Elektrolit içerisindeki artı ya da eksi yüklü atom ya da bileşiklerdir.

Bir bileşiğin içerisindeki eksi (-) yüklü iyonlara anyon, artı yüklü iyonlara ise katyon denir.

- **Elektroliz olayı**

Elektroliz olayını anlamak için öncelikle bileşikler arasındaki bağları (bileşikleri bir arada tutan kuvvet) anlamak gerekir. Bileşikler arasında değerlik elektronuna bağlı iki tür bağ söz konusudur.

Kovalent bağ: Kovalent bağda bileşikler elektron ya da elektronları ortak kullanır.

İyonik bağ: Bileşik atomlarından (ya da moleküllerden) biri diğerine elektron vererek kendisi pozitif iyon hâline gelir. Diğer atom ya da bileşik ise negatif iyon durumuna geçer.

Kovalent bağlı bileşikler elektrik alanı ile ayrıştırılamaz. Buna karşın iyonik bağlı bileşikler elektrik alanı ile (potansiyel fark uygulanarak) ayrışabilir.

Elektroliz farklı amaçlar için farklı şekillerde yapılabilir. Örneğin, bir metalin başka bir metalle kaplanması isteniyorsa kullanılacak eriyik ve elektrotlar ona göre seçilir. Ya da su ayrıştırılarak hidrojen gazı elde edilmek istendiğinde farklı bir çözelti ve farklı elektrotlar kullanılır.

Elektroliz olayının nasıl işlediğini anlamak bakımından Şekil2.14'teki düzenek bir örnek teşkil edebilir. Bu düzenek, kaynağın eksi ucuna bağlanmış olan malzemenin (katot) kaynağın artı ucuna bağlanmış olan malzeme (anot) ile kaplanması için tasarlanmıştır.

Elektroliz kabının içindeki suya bakır sülfat ($CuSO_4$) karıştırılmış ve bakır sülfat, bakır (Cu^{+2}) ve sülfat (SO_4^{-2}) şeklinde suda çözünerek iyonlarına ayrılmıştır. Sisteme enerji verildiğinde kaynağın artı (+) ucu anottan elektron çekerken eksi (-) ucu ise katoda elektron verir. Anotta negatif iyon durumuna geçen bakır atomları (Cu^{-2}) çözeltide serbest hâlde bulunan sülfat iyonları ($SO4^{-2}$) ile birleşerek bakır sülfatı ($CuSO_4$) oluşturur. Bu esnada çözeltide serbest hâlde bulunan pozitif bakır iyonları (Cu^{+2}) katottaki fazla elektronları alarak katotla birleşir. Bu şekilde akım geçtiği sürece katottaki metal, anottaki metal ile kaplanmış olur.

Zamana ve devre akımına göre kaplanan bakırın miktarı Faraday Yasaları ile açıklanabilir.

- **Faraday Kanunu**

Elektroliz ürünlerinin miktarı ve ürünlerin meydana gelme hızı elektroliz şartlarına bağlıdır. Faraday elektroliz yasalarına göre:

- Elektrolitten elektrik akımı geçirildiği zaman serbest hâle geçen ya da çözünen madde miktarı elektrolitten geçen elektrik yükü ile doğru orantılıdır.

- Çeşitli elektrolitlerden aynı miktar elektrik akımının geçirilmesiyle ayrılan veya çözünen madde miktarı, bu cismin kimyasal eş değeri ile doğru orantılıdır.

Bir cismin kimyasal eş değeri, bir Kulon'luk elektrik yükü miktarının serbest hâle geçirdiği veya çözdüğü maddenin gram miktarıdır.

➢ **Endüstrideki kullanım alanları**

- Metalürjilerde, metallerin hazırlanmasında ya da arıtılmasında
- Galvanoplastide, bir elektrolitik metal birikimiyle döküm kalıbına biçim vermede, aşınmaya karşı korumada ve bir metal çökeltisiyle metallerin kaplanmasında (nikel kaplama, çinko kaplama, kadmiyum kaplama, krom kaplama, gümüş ya da altın kaplama)
- Suyun elektroliziyle arı hidrojen ve başka gazlar elde etmede
- Metal üstünde koruyucu oksitli anot tabakalarının elde edilmesinde
- Elektrolizle parlatmada, metallerin katot ya da anot olarak yağlardan arındırılmasında
- Sürekli akım yardımıyla, organik dokuların ayrıştırılmasına dayanan tedavi elektrolizi, cerrahide sinir uçlarının (nöronların), sertleşen urların, burun deliklerindeki poliplerin yok edilmesinde, üretra (idrar yolları) ya da yemek borusu daralmalarının tedavisinde

2.3.4.2. Piller

Piller, kimyasal enerjiyi elektrik enerjisine dönüştüren kaynaklardır. Pillerden doğru akım (DA/DC) elde edilir.

Piller, günümüzün (düşük güçlü mobil cihazlar için) vazgeçilemez enerji kaynaklarından biri durumuna gelmiştir. Artık piller çok değişik tiplerde üretilmekte ve nerdeyse her an pilleri yanımızda taşımaktayız (Resim 201).

Resim 20: Bir akü ve farklı tipte pil ve bataryalar

BİRİNCİL (YENİDEN DOLDURULAMAYAN – ŞARJSIZ) PİLLER				
Pil	**İçerik**	**Kapasite**	**Avantaj**	**Dezavantaj**
Çinko Karbon Pili	Çinkodan yapılmış bir kutu hem negatif elektrot olur hem de yarı sıvı elektroliti korur. Pozitif elektrot ise karbondur.	Kalem pil (AA) tipinde olanlardan 500-1000 mAh güç alınabilir.	Ucuzdur, bekleme durumunda boşalma oranı azdır.	Kapasiteleri düşüktür. Bitime yakın elektroliti pil dışına akabilir ve elektronik araca zarar verebilir.
Alkalin Pil	Elektrotlar çinko ve manganez oksittir, elektrolit ise baziktir. Bu piller alkalin (bazik) ismini de buradan alır.	Kalem pil olarak normal tipler 2400 mAh güç üretir. Nispeten yüksek güç gerektiren araçlarda kullanılır.	Bekleme esnasında boşalma hızı oldukça düşüktür. Bu piller rahatlıkla yedi yıl rafta bekleyebilir.	
Lityum Pil	Pozitif elektrot manganez oksit, negatif elektrot ise lityumdan; elektrolit ise propilen içinde çözündürülmüş lityum perklorattan oluşur.	3 volt potansiyel sağlanır ve bu potansiyel pilin ömrü boyunca yaklaşık sabit kalır.	Oldukça hafiftir. Bekleme esnasında boşalma oranı azdır ve 10 yıl boyunca beklemede kalabilir.	Şarj edilmek istendiğinde patlama riski fazladır. Pahalıdır.

Tablo 6: Birincil pil tipleri ve özellikleri

Pillerin yapımında kullanılan elektrot ve bileşik çeşitleri geniş bir yelpaze teşkil etmektedir. Özellikle yeniden doldurulabilen pillerin birçoğunun elektrolitleri ve içerdikleri bileşiklerin oranları nerdeyse ticari bir sır niteliğindedir.

Birçok pilin tek bir kap içerisinde seri bağlanmasıyla elde edilen pil grubuna batarya denmektedir ve daha yüksek gerilim ve kapasite isteyen cihazlarda bunlar kullanılmaktadır.

İKİNCİL (YENİDEN DOLDURULABİLEN – ŞARJLI) PİLLER				
Pil tipi	**Pil İçeriği**	**Kapasite**	**Avantaj**	**Dezavantaj**
Nikel-Kadmiyum Pil (Ni-Cd)	Bu tür pillerde elektrotlar nikel-hidroksit ve kadmiyum, elektrolit ise potasyum-hidroksit içerir.	Bir NiCd pil en fazla 1000 mAh enerji sağlar 1,2 voltluk bir potansiyel üretir.	Ucuzdur ve 1000 defa şarj edilebilir.	Kapasiteleri düşüktür. NiCd pilleri tam boşalmadan şarj etmek kapasitesini düşürür (bellek etkisi), ömrünü kısaltır.
Nikel-Metal Hidrit Pil (Ni-MH)	Titanyum, nikel, kobalt, manganez, alüminyum, vanadyum, zirkonyum, krom ve demir bileşiklerinden oluşur.	1,2 V geriliminde ve enerji depolama kapasitesi oldukça yüksektir. 9000 mAh'lik olanları vardır.	Ni-MH piller uygun koşullarda yaklaşık 1000 kez şarj edilebilir. Çok farklı şekil ve biçimlerde yapılabilir.	NiMH pillerde de bir miktar bellek etkisi vardır. Fakat bir yarım şarjdan sonra tam boşalmaya izin verilirse bellek etkisi yok olur.
Li-on (Li-Ion).	Bu pillerde anot karbondan ve katot bir metal oksittir. Elektrolit ise bir organik solvent içinde lityum tuzundan oluşur.	Bir Li-Ion pil birimi 3,6 volt potansiyel farkı üretir ve kapasiteleri yüksektir.	Enerjiyi daha uzun süre saklayabilir ve hafiftir. Beklemede boşalma oranı ay başına %5'tir.	Li-Ion pillerin tam boşaltılarak tekrar şarj edilmeleri ömürlerini kısaltır, pratikte 300 ile 500 tam şarj ömrüne sahiptir. Kullanılmayan pil kullanılandan daha önce ömrünü tamamlar.

Tablo 7: İkincil pil tipleri ve özellikleri

- **Çok kullanılan bazı piller ve özellikleri**

Piller hayatımızı bunca kuşatmışken onları daha iyi tanımalı, nasıl kullanacağımızı, kullanım süreleri bitince nasıl davranacağımızı bilmeliyiz. Ticari piller şarj edilebilir olup olmamasına göre iki grupta incelenebilir.

Tek kullanımlık piller (birincil piller) üreten firmaya, içerisindeki malzemeye bağlı olarak gerilimleri aynı olmakla birlikte farklı enerji potansiyellerine sahiptir.

Tekrar doldurulabilen (şarjlı) piller (ikincil piller) ise yine üretilen firma ve yapımında kullanılan malzemeye bağlı olmak üzere farklı gerilimlere ve farklı enerji kapasitelerine sahiptir.

Not: Piller kullanıldıktan ya da ömürlerini tamamladıktan sonra içerdikleri zararlı bileşikler nedeniyle çöpe atılmamalı, geri dönüşüm kutularına bırakılmalıdır.

Pil alacağımız zaman ihtiyacımızı iyi belirler ve pilleri de iyi tanıyarak seçimimizi ona göre yaparsak daha ekonomik ve daha akıllı davranmış oluruz. Bu amaca yönelik olarak çok kullanılan birkaç ticari pil çeşidi ve özellikleri birer tablo hâlinde verilmiştir (Tablo 6 ve Tablo 7).

- **Pillerin çalışma ilkesi**

Pillerin işleyiş mekanizması elektroliz ile benzerdir. Tek fark, elektrolizdeki süreç pillerde tersine işler.

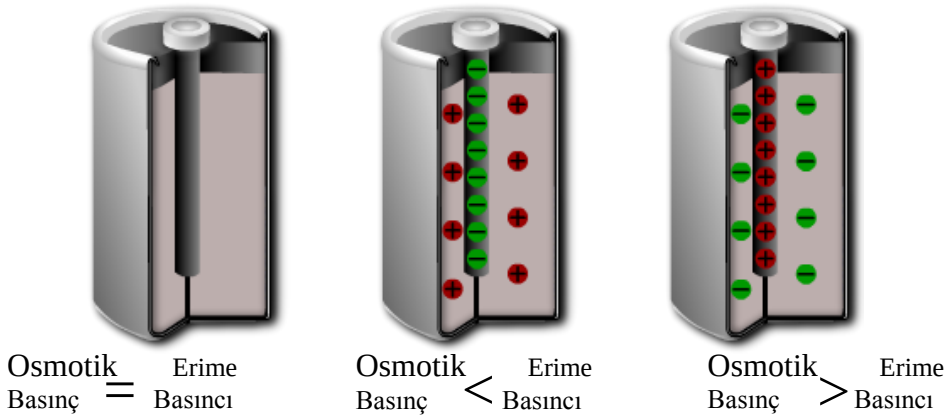
Kullanılan sıvı ya da jel hâlindeki çözelti (elektrolit) ve elektrot olarak kullanılan metalin cinsine göre farklı yapılarda ve farklı voltajlarda pil elde etmek mümkündür.

Bir metal çubuk uygun bir elektrolit içine daldırılırsa elektrolit ile çubuk arasında bir potansiyel farkı oluşur. Buna değme "emk" (elektro motor kuvvet) denir.

Çubuk ile elektrolit arasında bir potansiyel fark oluşabilmesi için bazı şartların sağlanması gerekir. Elektrolitin içine daldırılan metallerin iyonlarını elektrolite geçirmeye çalışan bir erime basıncı vardır. Bu basınç metallerin pozitif iyonlarını elektrolite vermeye çalışır. Elektrolit içinde ise iyonları (katyon ve anyon) yaymaya dağıtmaya çalışan bir basınç daha vardır ki buna da osmotik basınç denir.

Osmotik basıncın erime basıncına eşit olduğu durumlarda elektrotla elektrolit arasında bir tepkime gerçekleşmeyecektir. Bu durumda elektrotla elektrolit arasında bir iyon transferi gerçekleşmediği için de potansiyel fark oluşmayacaktır (Şekil 61).

Osmotik basıncın erime basıncından küçük olduğu durumlarda ise artı yüklü metal iyonları eriyiğe geçebilecektir. Böylece çubuk negatif, eriyik ise pozitif olarak yüklenecektir (Şekil 2.15).



Şekil 2.15: Pillerde oluşan kutuplaşmalar

Osmotik basıncın erime basıncından büyük olduğu durumlarda ise elektrolitin pozitif iyonları elektroda geçer. Bu durumda da elektrot (çubuk) pozitif, elektrolit ise negatif yüklenecektir (Şekil 2.15). Böylece metal çubuğun ve elektrolitin muhtelif işaretlerde yüklenmeleri sonucunda ikisi arasında bir potansiyel farkı meydana gelir.

Uygulamada, kullanılacak pillerin yapımı için seçilecek elektrotun özelliklerinin başında, uygun reaksiyon göstermesi ve ucuz olması gelir. Seçilecek elektrolit ise önceden belirlenen elektroda ve ortama uygun reaksiyon verebilecek eriyiklerden seçilmelidir. Bir elektrik pilinin emk'i yalnız kullanılan gereçlerin cinsine bağlıdır ve pilin boyutları ile değişmez.

Gerilimleri aynı ancak boyutları farklı piller arasındaki fark, bir alıcıyı besleme süresidir. Yapımında aynı cins malzeme kullanılmış bir büyük bir de küçük pil ele alındığında büyük olan pil, bir alıcıyı küçük olandan daha uzun süre besleyebilir.

Piller, kullanılan elektrolite göre tek eriyikli ve çift eriyikli olmak üzere ikiye ayrılır. Ayrıca kullanılan elektrolite (eriyik) göre de sulu ve kuru olmak üzere iki çeşidi mevcuttur. Piyasada en çok kullanılan piller kuru pillerdir.

- **Kuru pilin yapısı**

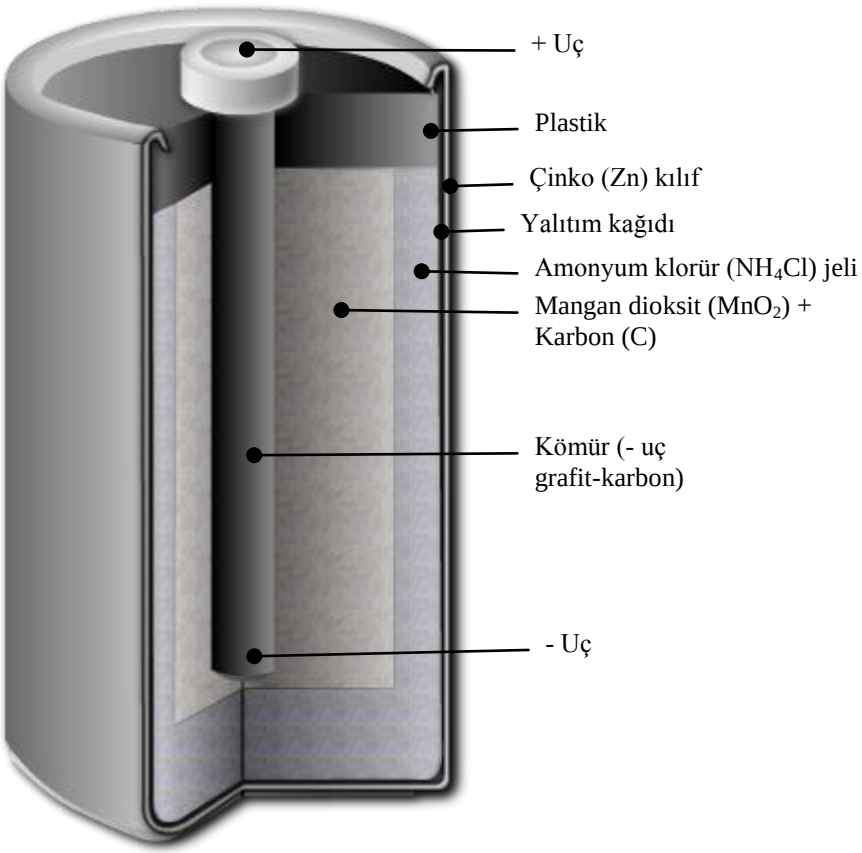
Negatif levha, pile kap olabilecek silindir şekilde yapılmıştır. Bu silindir içine nişadır tabakası sürülmüş ve bunun içine de süzme yapabilecek kap içindeki mangan dioksit ile pozitif kutup yerleştirilmiştir. İyi bir iletken olmayan mangan dioksit iletkenliğini arttırmak için içine biraz kömür tozu da karıştırılmıştır. Pili dış tesirlerden korumak için karton veya çelik zırh içine alınmıştır.

Şekil 2.16'da görüldüğü gibi pozitif kutup karbondan (C) ve negatif kutup çinkodan (Zn) oluşmuştur. Elektrolit olarak da amonyum klorür (NH4Cl) ve polarizasyonu önleyici madde olarak da mangan dioksit MnO2 kullanılmıştır çünkü MnO2 kolay oksijen veren bir bileşiktir.

- **Kuru pilin çalışması**

Şekil 41'de kuru pilin yapısı görülmektedir. Kuru pil devreye bağlandığında ve devre anahtarı kapatıldığında pilin anodu ve katodu arasındaki potansiyel farktan dolayı elektrolit içindeki amonyum klorür molekülleri parçalanır. Parçalanma sonucu klor iyonları negatif elektrot olan çinko kaba (eksi elektroda) yönelir, çinko ile çinko klorür ($ZnCl_2$) oluşturur. Her bir çinko atomu klor ile birleşirken ikişer elektronunu kapta bırakır Salınan bu elektronlar devreden dolaşarak pilin artı ucuna (kömür) gider.

Bu sırada amonyum klorür (NH_4Cl) iyonlaşır. Amonyum iyonu karbon çubuktan elektron alarak amonyak (NH_3) ve hidrojen (H) gazına dönüşür. Açığa çıkan hidrojen gazı mangan dioksit tarafından tutularak kutuplanma (polarizasyon) kısmen önlenir.



Şekil 41.16: Kuru pilin yapısı

Pil çalışırken oluşan kimyasal tepkimeler pildeki maddelerin yapısında değişikliğe neden olmaktadır. Bu değişiklikler kimyasal tepkimeleri yavaşlatarak pil gerilimini düşürür. Bu yüzden pil alınırken taze olmasına dikkat edilmelidir. Sıcaklıkta tepkimeler hızlandığından pildeki olayları yavaşlatmak için kullanılmayan piller serin bir yerde saklanmalıdır.

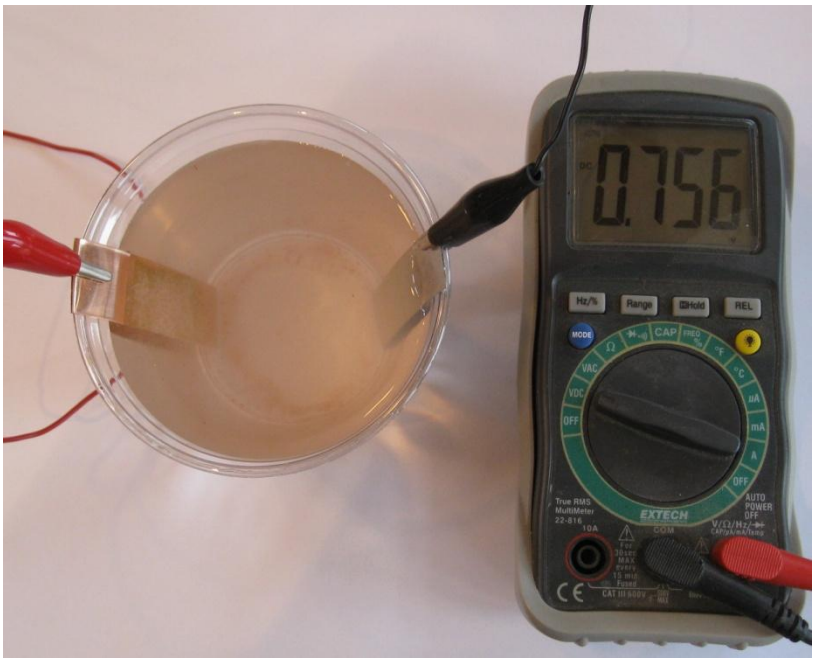
- **Sıvı çözeltili bir pil uygulaması**

Deney malzemeleri:

1. Bir adet alüminyum levha
2. Bir adet bakır levha
3. Bir adet çinko levha
4. Bir bardak kola
5. Yarım bardak su
6. Bir bardak su
7. Bir avometre
8. İki adet krokodil kablo

Resim 21: Kola, bakır ve alüminyum pili

Resim 22: Kola, bakır ve çinko pili



Resim 23: Tuzlu su, bakır ve alüminyum pili

Deneyin yapılışı:

1. Avometreyi volt (DC) kademesine getiriniz.
2. Krokodil kabloların birer uçlarını avometre uçlarına bağlayınız.
3. Krokodil kabloların boşta kalan uçlardan birini alüminyum levhaya diğerini de bakır levhaya bağlayınız.
4. Levhaları kola dolu bardağa daldırınız.
5. Voltmetrenin kaç voltu gösterdiğini okuyup not ediniz (Resim 21).
6. Alüminyum çubuğu bardaktan alınız ve yerine çinko çubuğu bağlayınız.
7. Voltmetrenin gösterdiği değeri okuyup not ediniz (Resim 22).
8. Yarım dolu su bardağına bir çorba kaşığı tuz ekleyerek bir kaşıkla iyice karıştırınız.
9. Bakır ve alüminyum levhayı bu defa yarım dolu tuzlu su bardağına daldırınız ve bağlantıları yapınız.
10. Voltmetrenin gösterdiği değeri okuyup not ediniz (Resim 23).
11. Dolu su bardağına iki çorba kaşığı tuz ilave ederek bir kaşıkla iyice karıştırınız.
12. Büyük alüminyum ve büyük bakır levhaları, dolu tuzlu su bardağına daldırınız ve bağlantıları yapınız.
13. Avometrenin gösterdiği değeri okuyarak not ediniz (Resim 23).
14. Aldığınız değerleri karşılaştırarak bir pil sisteminde potansiyel farkını etkileyen ya da etkilemeyen faktörleri bulmaya çalışınız.

Deneyin sonucu:

1. İki metal uygun bir elektrolite (asit, baz ya da tuzlu su) daldırıldığında aralarında bir potansiyel farkın (emk) oluştuğu görülür.
2. Beşinci ve yedinci adımdaki değerler karşılaştırılır ve elde edilen potansiyel farkının değerinin, elektrotların cinsine bağlı olduğu görülür.
3. Yedinci ve onuncu adımlarda alınan değerler karşılaştırılır ve elde edilen potansiyel farkının elektrolitin cinsine bağlı olduğu görülür.
4. Onuncu ve on üçüncü adımlarda alınan değerler karşılaştırılır ve elde edilen potansiyel farkının elektrotların (levhaların) büyüklüğüne ya da elektrolitin miktarına bağlı olmadığı görülür.

2.3.5. Fizyolojik (Bedensel) Etkisi

Elektrik akımının faydalı fizyolojik etkilerinden bazıları kalp pili, işitme cihazları ve birtakım bedensel ve psikolojik hastalıkların tedavisi şeklinde sıralanabilir.

Elektrik akımının fizyolojik bakımdan faydalarının yanında zararları da mevcuttur. En önemli sakıncası elektrik çarpması olarak bildiğimiz insan vücudu üzerindeki etkileridir. Elektrik çarpması maruz kalınan gerilimin, insan vücudunun direncine ya da akımın geçtiği yolun direncine bağlı olarak vücuttan geçirdiği akıma, geçen akımın süresine ve bulunulan ortama (ıslak, kuru, nemli, iletken, yalıtkan vb.) bağlı olarak tehlikeli sonuçlara yol açabilmektedir. Değişik değerdeki elektrik akımlarının insan vücudunu nasıl etkilediği aşağıda maddeler hâlinde sıralanmıştır.

- 1-8 mA: Bedende şok etkisi yapar. Hafif sarsıntı ve heyecanlanma şeklinde algılanır.
- 15-20 mA: Bedenden geçtiği bölgedeki kaslarda kasılma olur. Bu durumda el kasları istem dışı kasıldığından, tutulan iletkenin bırakılmaması söz konusu olabilir. Bu değerdeki akımın bedenden geçiş süresi uzarsa ölüm tehlikesi söz konusu olabilir.
- 50-100 mA: Bedende aşırı kasılmalara, solunum güçlüğüne, süre uzadığında ise ölüme neden olur.
- 100-500 mA: Geçiş süresine bağlı olmakla birlikte kesin ölüme neden olur.

Elektrik akımının öngörülemeyen zararlı etkilerine karşı alınacak önlemler şunlardır:

- Tesisat arızası giderirken şalter ve sigortaları kapatarak onarım bitene kadar kapalı kalacaklarından emin olmalı, gerekirse panonun başına bir nöbetçi bırakılmalıdır.
- Tesisatlarda mutlaka faz koruma rölesi, faz sırası rölesi, kaçak akım rölesi ve sigorta kullanmalıdır.
- Nemli yerlerin tesisatlarında “nemli yer malzemeleri” kullanmak
- Sıcaklığın fazla olduğu yerlerde ya da yangın tehlikesinin olduğu yerlerde ısıya dayanıklı kablo ve ısıya dayanıklı elemanlar kullanmak

- Nemli yerlerde yalıtkan ayakkabı ve eldiven giymek
- Elektrikli cihaz onarımı yaparken cihazın fişini prizden çekip yalıtkan eldiven ve yalıtkan ayakkabı giydikten sonra işe başlamak
- Elektrik işlerinde kullanılan pense, yan keski, kargaburun, tornavida, kontrol kalemi ve çeşitli ölçü aletleri gibi araç gereçlerin yalıtımlarının iyi olmasına dikkat etmek
- Kullanılan malzemelerin yalıtımlarının standartlara uygun olarak yapılmış olduklarına emin olmak

UYGULAMA FAALİYETİ

Elektrik akımının etkilerini inceleyiniz.

➢ Elektrik ısı ve ışık etkisiyle çalışan lamba devresi yapınız.	➢ Öğretmeninizin eşliğinde deney panolarından birindeki lamba devresini kullanabilirsiniz.
➢ Lamba çalıştırılmadan önce üzerindeki sıcaklığı gözlemleyiniz.	➢ Devreyi çalıştırmadan önce lambaya ve lambanın duyuna dokunarak soğuk olduklarını görünüz. ➢ Dokunma esnasında lambanın metal kısımlarına elinizi dokundurmayınız.
➢ Lambayı çalıştırınız ve beş dakika bekleyiniz.	➢ Anahtarı kapatarak devreyi çalıştırabilirsiniz.
➢ Etrafın aydınlandığını gözlemleyiniz.	➢ Etrafınıza baktığınızda aydınlığı görebilirsiniz.
➢ Lambanın ve lamba duyunun üzerlerindeki sıcaklık değişmesini hissediniz.	➢ Öncelikle anahtarı açarak devrenin çalışmasını durdurmalısınız. Lambaya elinizi yaklaştırarak ve duya hafifçe dokunarak sıcaklığı hissedebilirsiniz ➢ Lambaya dokunursanız yanabilirsiniz.
➢ Elektriğin ısı etkisinden yalıtkan maddelerin etkilendiğini görünüz.	➢ Hiç kullanılmamış plastik duy ile uzun süre kullanılmış plastik duyun yan yana getirilmesi ile aralarındaki farkı gözlemleyebilirsiniz. ➢ Çok kullanılmış duyda sararma ve uç noktalarda erime olduğunu gözlemleyiniz.
➢ Bir manyetik alanın etkisindeki pusulanın nasıl saptığını gözlemleyiniz.	➢ Öğretmeninizden gözetiminde bir zil devresi kurunuz. ➢ Zilin muhafazasını çıkarınız. ➢ Devre açıkken pusulayı aynı açıyla zilin elektromıknatısı etrafında gezdirerek pusulanın sapmadığını gözlemleyebilirsiniz. ➢ Bir arkadaşınız devrenin butonuna basarken (devre çalışırken) siz de pusulayı zil bobinine yaklaştırarak etrafında gezdiriniz. ➢ Pusulanın nasıl saptığını görmüş olmalısınız. ➢ Pusulanın normalde sapmasının nedeni dünyayı çevreleyen manyetik alandır.
➢ Manyetik alanın kuvvet (alan) çizgilerini gözlemleyiniz.	➢ Pusulanın zil bobini etrafında gezerken sapması, bobinin birim alana yaydığı manyetik alanın, dünyanın birim alana düşen manyetik alanından daha güçlü olmasıdır.
➢	➢ Bir elektromıknatıs, enerjili iken doğal mıknatıs gibi davrandığına göre deney için bir doğal mıknatıs kullanabilirsiniz. ➢ Her biriniz farklı şekillerdeki mıknatıslar kullanmaya çalışarak farklı şekillerde çizgiler oluşturabilir, bunları arkadaşlarınızla

	paylaşabilirsiniz. ➢ Mıknatısı bir kâğıdın üzerine koyup etrafına demir tozları dökebilir, çizgilerin belirginliğini arttırmak için tozları mıknatısın etrafına yayabilirsiniz.
➢ Elektronik cihazların manyetik alandan nasıl etkilendiğini görünüz.	➢ Cep telefonunuzla televizyonun, bilgisayar ya da radyonun yanında arama yapmalısınız. ➢ Televizyonda ve radyo da hışırtı ve karıncalanma meydana geldiğini gözlemleyiniz. ➢ Çok hassas elektronik elemanların (uçaklarda, otobüslerde) bozulmasına neden olan değişik uyarı tabelalarında gözlemleyebilirsiniz. ➢ Uzun süre cep telefonunun kulakta tutulmasının, tıpkı mikrodalga fırının içerisine konulan yemeği pişirmesi gibi beyni pişirdiğini ve insan sağlığına zararlı etkisi olduğunu değişik yayınlardan gözlemleyebilirsiniz.
➢ Sulu çözeltili bir pil yapmak için gerekli malzemeleri hazırlayınız.	➢ Pil düzeneği için iki elektrot, bir plastik kapta bir miktar su, bağlantı için krokodil kablolar ve bir anahtar temin etmekle işe başlayabilirsiniz. Çözelti için iki çorba kaşığı tuz ve ölçüm yapmak için bir voltmetre temin etmeyi de unutmamalısınız. ➢ Elektrot olarak bakır ve çinko kullanabilirsiniz.
➢ Suya tuz karıştırmadan düzeneği kurunuz ve elektrotların uçlarındaki gerilimi (emk) ölçünüz. Voltmetrenin sıfır değerini gösterdiğini gözlemleyiniz.	➢ Elektrotları birbirlerine değmeyecek şekilde suya daldırabilirsiniz. ➢ Voltmetrenin ölçme kademesini ayarlamayı bilmiyorsanız öğretmeninizden yardım alabilirsiniz. Voltmetrenin devreye paralel bağlandığını hatırlayınız. ➢ Krokodil kabloların birer uçlarını elektrotlara diğer uçlarını da voltmetrenin uçlarına bağlayarak voltmetrenin gösterdiği değeri okuyabilirsiniz.
➢ Suya tuz ekleyerek düzeneği tekrar kurunuz ve voltmetrenin bir değer gösterdiğini gözlemleyiniz.	➢ Elektrotları sudan alarak iki çorba kaşığı tuzu suya ilave edip iyice eriyene kadar karıştırabilirsiniz. ➢ Elektrotları tekrar suya (çözeltiye) daldırıp bağlantıları yapabilir ve voltmetrenin bir değer gösterdiğini görebilirsiniz.

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet,** kazanamadıklarınız için **Hayır** kutucuklarına (X) işareti koyarak kontrol ediniz.

Değerlendirme Ölçütleri	**Evet**	**Hayır**
1. Lamba devresini kurdunuz mu?		
2. Devreyi çalıştırmadan önce lamba ve donanımlarının sıcaklıklarını kontrol ettiniz mi?		
3. Devreyi çalıştırdıktan sonra etrafın aydınladığını gördünüz mü?		
4. Bir süre bekledikten sonra devreyi durdurup elemanların sıcaklığını kontrol ettiniz mi?		
5. Lambanın hem ışık hem de ısı yaydığını, devre elemanlarının ısındığını gözlemlediniz mi?		
6. Bir zil devresi kurdunuz mu?		
7. Devre açıkken pusulanın, zilin elektromıknatısından etkilenmediğini gözlemlediniz mi?		
8. Devre kapalıyken pusulanın elektromıknatısın manyetik alanından etkilendiğini gözlemlediniz mi?		
9. Bir doğal mıknatıs buldunuz mu?		
10. Etrafına demir tozları serdiniz mi?		
11. Mıknatıs etrafındaki manyetik alanın kuvvet çizgileri ile şekillenen çizgileri gördünüz mü?		
12. Cep telefonu ile televizyonun yanında arama yaptınız mı?		
13. Telefonun yaydığı elektromanyetik dalgaların görüntü ve sesi bozduğunu gördünüz mü?		
14. İki metal çubuk bulunan kap içerisine saf su doldurunuz mu?		
15. Kapta sadece su varken elektrotların gerilimlerini ölçtünüz mü?		
16. Voltmetrenin sıfır değerini gösterdiğini gördünüz mü?		
17. Elektrotları sudan aldıktan sonra suya tuz ekleyip eriyene kadar karıştırdınız mı?		
18. Elektrotları çözeltiye yerleştirip bağlantıları yaptınız mı?		
19. Elektrotların uçlarındaki gerilimi ölçtünüz mü?		
20. Voltmetrenin bir değer gösterdiğini gördünüz mü?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda **"Hayır"** şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız **"Evet"** ise "Ölçme ve Değerlendirme"ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Aşağıdakilerden hangisi akımın çeşitlerinden <u>değildir?</u>
A) Düzgün doğru akım
B) Değişken doğru akım
C) Alternatif akım
D) Karışık akım

2. Aşağıdaki makinelerden hangisi elektrik akımının ısı etkisi prensibi ile <u>çalışmaz?</u>
A) Fırın
B) Radyo
C) Elektrikli ocak
D) Ütü

3. Aşağıda, iletken atomlarının son yörüngelerindeki elektron sayıları ile iletkenlik kaliteleri arasında eşleştirmeler yapılmıştır.

I	İletken	1 elektron
II	İyi iletken	2 elektron
III	Çok iyi iletken	3 elektron
		4 elektron

Yukarıdaki eşleştirmelerden hangisi yanlıştır?
A) I
B) II
C) III
D) Hepsi

4. Aşağıdakilerden hangisi elektrik akımını <u>iletmez?</u>
A) Bakır tel
B) Alüminyum tel
C) Gümüş tel
D) Naylon tel

5. Katılarda iletkenlik aşağıdaki parçacıkların hangisi ile gerçekleşir?
A) Protonlar
B) Son yörünge elektronları
C) Herhangi bir yörüngedeki elektronlar
D) Nötronlar

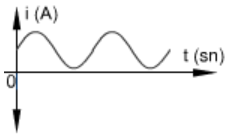
6. Bir elektroliz devresindeki elektrolitik sıvı içerisinden akım geçirilebilmesi için aşağıdakilerden hangisinin olması gerekir?
A) Kaynak
B) Elektrotlar
C) Elektrolit
D) Hepsi

7. Aşağıdakilerden hangisi gaz dolu bir tüpün içerisinden elektrik akımının geçişini etkilemez?
A) Elektrik alanı
B) Tüpün bulunduğu ortam
C) Isı
D) Basınç

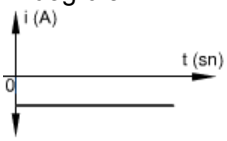
8. Bir devreden 1 saniyede geçen yük miktarı 1 kulondur. Buna göre devreden geçen akım şiddeti aşağıdakilerden hangisidir?
A) 1 A
B) 2 A
C) 3 A
D) 4 A

9. Aşağıda akım çeşitlerine ilişkin eşleştirmeler verilmiştir.

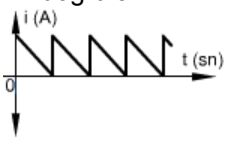
I : Alternatif akım



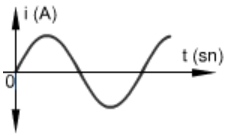
II: Düzgün doğru akım



III: Değişken doğru akım



IV: Alternatif akım



Yukarıdaki eşleştirmelerden hangisi yanlıştır?
A) I
B) II
C) III
D) IV

10. Elektrik akımı, aşağıdakilerden hangisinde ısı elde etmek için kullanılmaz?
A) Fırınlarda
B) Tost makinelerinde
C) Elektrik motorlarında
D) Ütülerde

11. Aşağıdaki aygıtlardan hangisi, elektrik akımının ışık etkisinden faydalanmak için tasarlanmamıştır?
A) Neon lamba
B) Floresan lamba
C) Elektrikli ısıtıcı
D) Akkor flemanlı lamba

12. Aşağıdaki seçeneklerden hangisinde manyetik kuvvet çizgilerinin bir özelliği yanlış ifade edilmiştir.
A) Manyetik kuvvet çizgileri birbirlerini kesmez.
B) Manyetik kuvvet çizgileri S kutbundan N kutbuna doğrudur.
C) Manyetik kuvvet çizgileri bütün maddelerden geçer.
D) Manyetik kuvvet çizgileri çıktıkları ve girdikleri yüzeyler diktir.

13. Aşağıdakilerden hangisi manyetik alanın zararlı etkilerinden biri <u>değildir?</u>
A) Yanlış ölçümlere sebep olması
B) Canlılarda hâlsizlik ve yorgunluğa sebep olması
C) Manyetik maddeleri kendine çekmesi
D) Elektronik cihazların çalışmasını olumsuz etkilemesi

14. Aşağıdaki cihazların hangisinde elektromıknatıs <u>bulunmaz?</u>
A) Motorlarda
B) Trafolarda
C) Rölelerde
D) Ütülerde

15. Aşağıdakilerden hangisi elektrolizin kullanım alanlarından biri <u>değildir?</u>
A) Metallerin saflaştırılmasında
B) Metallerin kaplanmasında
C) Metallerin sertleştirilmesinde
D) Metallerin bükülmesinde

16. Aşağıdaki ifadelerden hangisi pillerin çalışma prensibi bakımından <u>yanlıştır?</u>
A) Elektrot ya da elektrotların boyutları pilin gerilimini etkilemez.
B) Elektrolitin miktarı pilin gerilimini etkilemez.
C) Seçilen elektrolit ve elektrotların cinsi pilin gerilimini etkilemez.
D) Pilin gerilimi, pilin ömrünü etkilemez.

17. Aşağıdakilerden hangisi elektrik akımından korunma yollarından biri <u>değildir?</u>
A) Nemli yerlerde de kuru yerlerde kullanılan tesisat malzemelerinden kullanmak
B) İletkenleri yalıtkan kılıflar içine almak
C) Gerekmedikçe enerji altında çalışmamak
D) Nemli yerlerde lastik eldiven ve çizme giymek

Aşağıdaki cümlelerin başında boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise D, yanlış ise Y yazınız.

18. ( )Sıvılarda iyonların akım taşıyabilmeleri için ortamda bir kimyasal tepkimenin olması gerekir.

19. ( )Bir amper, birim zamanda geçen 1 kulonluk yük miktarıdır.

20. ( )10 kA, 1.10^7 mA'e eşittir.

21. ( )Isıtıcı yapımında öz direnci düşük iletkenler kullanılır.

22. ( )Jul Kanunu'na göre bir iletken telden elde edilecek ısı miktarı, telden geçen akıma ve geçen akımın süresine bağlıdır.

23. ( )Manyetik alanlar, ses ve görüntünün iletiminde de kullanılır.

24. ( )Manyetik alanlar, görüntüleme teknolojilerinde kullanılmaz.

25. ( )Bir elektromıknatısın çekim gücü, bobinin sarım sayısı ve nüvesinin geçirgenlik kalitesine bağlıdır.

26. ( )Bir atom uyarılınca bir elektronu yörünge sıçraması yapar. Enerjisi azalan elektron eski yörüngesine dönerken foton salar.

27. ( )Elektromıknatıs, bobininden akım geçmezken de bir demir parçasını çekebilir.

28. ( )Televizyonun yanındayken cep telefonu çalınca görüntünün bozulmasının nedeni cep telefonundan yayılan elektromanyetik dalgalardır.

29. ( )Pillerin ömürleri (kullanım süreleri), pili oluşturan elektrolit ve elektrotun cinsine bağlı değildir.

30. ( )Bir pilde kullanılan elektrolit ve elektrotun cinsi pilin gerilimini ve ömrünü, bunların miktarı ya da büyüklükleri ise pilin sadece ömrünü belirler.

31. ( )İletkenlerin yalıtkanları, kısa devrelerde oluşacak sıcaklığa dayanacak kadar iyi yalıtkan olmalıdır.

Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

32. Elektrik akımı katılarda ……. elektronlar ve sıvılarda …….. sayesinde geçekleşir.

33. 250 mA …….. A'dir.

34. Direnci 100 ohm olan ve şebekeden 1 A akım çeken bir ütü, 1 dakikada …… kalorilik ısı enerjisi üretir.

35. Bir alıcıdan 1 saniyede 624.10^{10} elektron yükü geçmişse bu alıcıdan ….. amperlik akım geçmiştir.

36. Mıknatısın manyetik alanından etkilenmeyen maddelere …… olmayan maddeler denir.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ–3

AMAÇ

Elektrik akımının tanımını yapabileceksiniz ve çeşitlerini öğreneceksiniz. Elektrik akımının maddelerin yapısına bağlı olarak nasıl geçtiğini öğreneceksiniz. Elektrik akımının etkilerini öğrenecek ve bazılarını uygulayacaksınız.

ARAŞTIRMA

- Elektrik akımı hakkında bilgi toplayınız ve elektrik gerilimi ile ilişkisini açıklamaya çalışınız.
- Elektrik akımının çeşitleri hakkında bilgi toplayınız.
- Elektrik akımı birimine kimin isminin verildiğini araştırınız.
- Elektriğin etkilerini sınıflandırmaya çalışınız (Örneğin, elektrik enerjisi lambalarda ışığa dönüştüğünden bu etkisine ışık etkisi diyebilirsiniz.). Yaptığınız sınıflandırmayı arkadaşlarınızınki ile karşılaştırınız.
- Eninizin elektrik tesisatında kullanılan kablo kesitlerinin nasıl belirlendiğini araştırınız.
- Bir elektrik motorunun nasıl çalıştığını, ne için ve nerelerde kullanıldığını araştırınız.
- Elektrolizin ne olduğunu ve hangi amaçlarla kullanıldığına ilişkin bilgi toplayarak arkadaşlarınızla paylaşınız.
- Piller hakkında bilgi toplayınız ve yapılarına göre pilleri karşılaştırınız.
- Elektrik akımının zararlı etkilerini öğrenerek bu etkilere karşı alınacak önlemleri araştırınız.

3. AKIM YOĞUNLUĞU

Akımı suya benzetirsek, iletken telleri de su borularına benzetebiliriz. Herhangi bir su borusunun taşıyabileceği bir su miktarı vardır. Elektrik devrelerinde kullanılan iletkenlerin de yapıldıkları maddeye ve kesitlerine göre taşıyabilecekleri azami akım değerleri söz konusudur. Kısacası her iletkenin içinden taşıyabileceği bir akım kapasitesi vardır.

3.1.Tanımı ve Birimi

Akım yoğunluğu, bir iletkenin 1 $mm^{2'}$ lik kesitinden geçen akım miktarına denir.

Bir iletkenin kesiti, iletkenin yarıçapının karesi ve pi sayısının çarpımıyla bulunur ve $S = \pi.r^2$ şeklinde ifade edilir (Şekil).

Akım yoğunluğundan, bir iletkenin taşıyabileceği azami akımı bulmada faydalanılır.

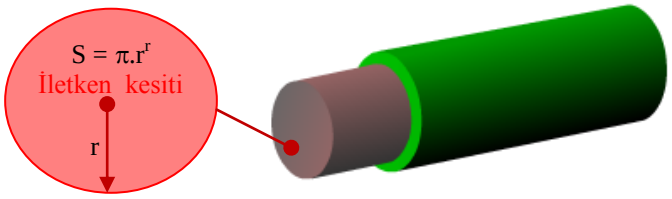
Akım yoğunluğu $J = \frac{I}{S}$ eşitliği ile bulunur.

Eşitlikteki sembollerin anlam ve birimleri ise aşağıdaki gibidir:

J : Akım yoğunluğu (A/mm^2)
I : İletkenden geçen akım (A)
S: İletkenin kesiti (mm^2)

Örnek: Kesiti 1,5 mm^2 olan bir iletkenden 6 A geçiyorsa bu iletkenin akım yoğunluğu nedir?

Cevap: $J = I / S = 6 / 1.5 = 4\ A / mm^2$



Şekil 3.1: İletken kesiti

3.2.Kesit ve Akım Yoğunluğuna Göre İletkenden Geçen Akım Miktarının Hesaplanması

Hesaplamaya geçmeden önce bir iletkenin kesitinden ne kastedildiğini bilmek faydalı olabilir.

Bir iletkenin kesiti, o iletkenin 90 derecelik bir açı ile kesildiğinde kesilen yüzeyinin alanına denir (Şekil).

Örnek: Akım yoğunluğu 6,75 A/mm2 olan 4 mm2 kesitindeki bir iletkenin taşıyabileceği akım miktarını bulunuz.

Cevap: J = I / S eşitliğinden
I = J . S eşitliği elde edilir.
I = 6,75 . 4 = 27 A bulunur.

Akım yoğunluğunun iletken kesiti hesaplamasında kullanıldığını biliyoruz. Bir iletkenin kesitini belirlerken birçok durumda sadece akım yoğunluğunu bilmek yeterli olmaz. Örneğin iletken direnci sıcaklıkla artmaktadır ve kesit hesabında bunun da dikkate alınması gerekmektedir.

Anma kesiti mm2	1. Grup A	2. Grup A	3. Grup A	Açıklamalar
0,75		3	6	**1. Grup** Boru içinde çekilmiş bir ya da birden fazla tek damarlı iletkenler
1	2	6	0	
1,5	6	0	5	
2,5	1	7	4	
4	7	6	5	
6	5	7	7	**2. Grup** Termoplastik kılıflı iletkenler, borulu iletkenler, kurun kılıflı iletkenler, plastik yalıtkanlı yassı iletkenler, hareket ettirilebilen iletkenler gibi çok damarlı iletkenler
10	8	5	8	
16	5	7	04	
25	8	15	37	
35	10	43	68	
50	40	78	10	
70	75	20	60	
95	10	65	10	
120	50	10	65	**3. Grup** Havada açık olarak iletkenler arasında en az iletken dış çapı kadar açıklık bulunacak biçimde çekilmiş bir damarlı iletkenler ile bağlama tesisleri ve dağıtım tablolarında kullanılan bir damarlı iletkenler
150		55	15	
185		05	75	
240		80	60	
300		55	45	
400			70	
500			80	

Tablo 3.1: Yalıtılmış bakır iletkenlerin 25 ºC' ye kadar olan ortam sıcaklıklarında sürekli olarak taşıyabilecekleri yük akımları

Bir iletkenin kesitinde dikkate alınacak etkenler, "Elektrik İç Tesisleri Yönetmeliği"nde belirtilmiştir. Kullanılacak iletkenlerin kesitleri, bu yönetmelikteki bazı tablolardan alınan değerlere göre yapılmaktadır.

Bu değerler, iletkenin cinsi, kullanılacağı fiziksel ortam, yalıtkanın cinsi, ortam sıcaklığı, çalışma akımı vb. gibi farklı etkenlere göre belirlenmiştir.

Tablo 3.13.1'de 25 ^{o}C'ye kadar ortam sıcaklığında kullanılacak yalıtılmış iletkenlerin (bakır) kesitlerine göre taşıyabilecekleri azami akım değerleri görülmektedir.

Tablo3.2'de ise alıcı güçlerine göre kullanılması gereken iletken kesitleri görülmektedir.

Tesisattaki güç (Watt)	Akım (amper)	Kablo kesiti (mm2)
0 -2200	10	1,5
2200 -3520	16	2,5
3520 -4400	20	4
4400 -7040	32	6

Tablo3.2: Evimizdeki elektrikli cihazlar için kullanılacak iletken kesiti

Örnek: Bir duvarın içinde plastik boru içerisindeki bir iletkenin taşıyabileceği azami akım miktarı 16 A'dır. Bu iletkenin kesiti kaç mm^2 olmalıdır?

Cevap: Tablo 3.1'e göre kablomuz boru içinde çekildiği için 1. gruba girmektedir. Tablonun 2. sütunundan 16 değeri bulunur ve aynı satırda, 1. sütundaki değer okunur. Kullanılan kablonun kesiti 1,5 mm^2 olmalıdır.

Örnek: Evinizdeki 3000 W'lık bir ısıtıcı için kullanılan telin kesiti en az kaç mm^2 olmalıdır?

Cevap: Tablo 9'a bakılarak güç değerinin 1. sütunda, hangi satırdaki değerlerin arasında olduğu tespit edilir. Buna göre 1. sütun ve 2. satır tespit edilerek 3.sütundan aynı satırdaki değer okunur. Isıtıcı için kullanılabilecek en ince telin kesiti 2,5 mm^2 dir.

UYGULAMA FAALİYETİ

Bir devrenin akımını ölçümünü yapınız.

➢ Akım ölçmek için 100 W'lık bir lamba devresi kurunuz.	➢ Öğretmeninizin eşliğinde deney panolarından birindeki lamba devresini kullanabilirsiniz. ➢ Ampermetrenin devreye seri bağlandığını hatırlayınız. ➢ Ampermetreniz kademeli ise ve hangi kademeyi seçeceğinizi bilmiyorsanız 1 A'den büyük olmak kaydıyla 1 A'e en yakın kademeye alabilirsiniz. ➢ Ampermetrenin bir ucunu anahtarın çıkışına diğer ucunu da lambanın girişine bağlayabilirsiniz.
➢ Devre açıkken ampermetrenin sıfır değerini gösterdiğini gözlemleyiniz.	➢ Devreyi çalıştırmadan ampermetrenin ölçtüğü değeri görebilirsiniz. ➢ Devre açıkken devreden akım geçmediği için ampermetrenin sıfır değerini gösterdiğini gözlemleyebilirsiniz.
➢ Devreyi çalıştırınız ve devrenin akımını ölçünüz. Ampermetrenin yaklaşık 0,45 A'i gösterdiğini gözlemleyiniz.	➢ Anahtarı kapatarak devreyi çalıştırabilirsiniz. ➢ Ampermetrenin gösterdiği değeri okuyabilirsiniz. ➢ Ampermetrenin yaklaşık 0,45 A'i gösterdiğini gözlemleyebilirsiniz.

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri		Evet	Hayır
1.	100 W'lık bir lamba devresini kurdunuz mu?		
2.	Ampermetreyi devreye seri bağladınız mı?		
3.	Ampermetrenin ölçme kademesini doğru seçtiniz mi?		
4.	Devre açıkken ampermetrenin 0 A'yı gösterdiğini gördünüz mü?		
5.	Anahtarı kapatarak devreyi çalıştırdınız mı?		
6.	Ampermetrenin yaklaşık 0,45 A'yı gösterdiğini gördünüz mü?		
7.	Ampermetrenin gösterdiği akım değerine göre kullanacağımız iletkenin kesitini hesapladınız mı?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda **"Hayır"** şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız **"Evet"** ise "Ölçme ve Değerlendirme"ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Aşağıdaki iletken özelliklerinden hangisi bir iletkenin kesiti belirlenirken dikkate alınmaz?
A) İletkenden geçecek azami akım değeri
B) Kullanılacağı ortamın sıcaklığı
C) İletkenin yalıtkan maddesinin cinsi
D) İletkenin yalıtkan maddesinin rengi

2. Aşağıda kesitleri verilen iletkenlerden en çok akımı hangisi geçirir?
A) 6 mm^2
B) 4 mm^2
C) 2,5 mm^2
D) 1,5 mm^2

3. Akım yoğunluğu 10 A/mm^2 olan bir iletkenin kesiti 2,5 mm^2dir. İletkenin geçirebileceği azami akım miktarı aşağıdakilerden hangisidir?
A) 12,5 A
B) 7,5 A
C) 25 A
D) 4 A

4. 1,5 mm^2 kesitindeki bir iletkenden 15 A geçmektedir. İletkenin akım yoğunluğu aşağıdakilerden hangisidir?
A) 22,5 A/mm^2
B) 10 A/mm^2
C) 16,5 A/mm^2
D) 13,5 A/mm^2

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ–4

AMAÇ

Elektrik geriliminin ne olduğunu ve nasıl elde edildiğini öğreneceksiniz. Gerilim elde etme yöntemlerinin avantaj ve dezavantajlarını kavrayacaksınız.

ARAŞTIRMA

- Elektrik geriliminin tanımını arkadaşlarınızla paylaşınız.
- Elektrik gerilimi elde etme yöntemleri hakkında bilgi toplayınız.
- Evimizde kullandığımız elektrik enerjisinin hangi yolla üretildiğini araştırınız.
- Gerilimin birimi olan "volt"un kimin anısına verildiğini araştırınız.

4.ELEKTROMOTOR KUVVET (EMK) VE GERİLİM

4.1.Gerilim Üretme Yöntemleri

Elektrik enerjisi denince akla elektrik akımı gelmektedir. Elektrik akımını doğuran kuvvet ise gerilimdir. Öyleyse biz herhangi bir yolla elektrik gerilimini elde ettiğimizde elektrik enerjisini üretmiş olmaktayız.

4.1.1.İndüksiyon (Manyetik Alan) Yoluyla

Lenz Kanunu'na göre bir iletken, manyetik bir alan içerisinde hareket ettirilirse bu iletkenin iki ucu arasında potansiyel bir fark oluşur. Aynı şekilde bir manyetik alan bir iletkeni kesecek şekilde hareket ettirilirse bu iletkende yine bir elektrik gerilimi oluşur.

Resim 24'te mıknatıs hareket ettirildiğinde manyetik alanın etkisi ile bobin uyarılır. Mıknatısın sahip olduğu manyetik alan bobini kesecektir ve bobin uçlarında gerilim meydana gelecektir. Bu olaya da indüklenme denir. Bobin uçları bir alıcı üzerinden birleştiğinde bobinde indüklenen (oluşan) bu gerilim, devreden akım dolaştırır.

Bu şekilde indüklenen gerilimin değeri iletkenin uzunluğuna, manyetik alanın yoğunluğuna (şiddetine) ve manyetik alanın ya da iletkenin hareket hızına bağlıdır.

Alan sabitken iletken hareket ettirildiğinde ise iletkenin gerilimini, iletkenin hareket hızı belirler.

Bir iletkende indüklenen gerilimin değeri (MKS birim sisteminde) $\mathbf{e = B.\ L.\ V.10^{-8}}$ formülü ile bulunur.

Formüldeki değişkenlerin anlam ve birimleri aşağıdaki gibidir:

e: İletkende indüklenen emk (V)
B: Manyetik akı yoğunluğu (weber/m^2)
L: İletkenin boyu (m)
V: İletkenin hızı (m/sn.)

Şayet iletkenin hareketi açısal bir karakter taşıyorsa o zaman eşitlik, $\mathbf{e = B.\ L.\ V.\ 10^{-8}.Sin\alpha}$ şeklini alır. Örneğin alternatörlerde gerilimin indüklendiği rotor üzerindeki iletkenler dairesel bir dönüş yapar. Dolayısıyla da stator sargılarını 0-360 derecelerde kestiklerinden elde edilen gerilimin formu sinüsoidaldir.

Sinüsoidal gerilim elde etmenin diğer bir yolu da sabit kutupların etkisindeki bir iletkeni ya da iletken sarımlarını döndürmektir .

Normalde alternatörler çok kuvvetli elektromıknatıslara, çok sarımlı ve kalın tellere sahiptir. Bu şekilde yüksek miktarlarda enerji üretebilmektedir. Alternatörler gibi elektrik enerjisi üreten diğer elektrik makineleri de dinamolardır. Dinamolar doğru akım üreten makinelerdir.

Resim 24: Bir bobinde oluşan gerilim (emk)

4.1.2.Kimyasal Etki Yoluyla

Elektrik enerjisinin, birtakım elektroliz düzenekleri ile (kimyasal tepkimeler sonucu) elde edildiğini biliyoruz.

Klasik pillerin yanında aküler ve yakıt pilleri ile de kimyasal etki yoluyla elektrik enerjisi elde edilmektedir.

- **Yakıt Hücreleri**

Hidrojen elektrik üretmek için bir elektrokimyasal reaksiyon içinde yanma olmadan oksijenle birleştirilebilir. Bu reaksiyonun oluştuğu yer elektrokimyasal yakıt hücresi veya sadece yakıt hücresi olarak adlandırılır.

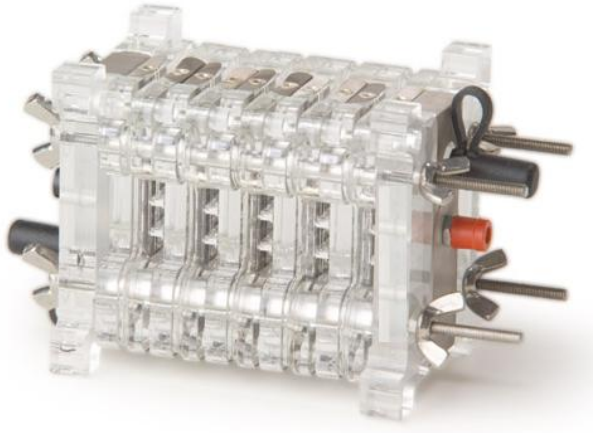
Yakıt pilleri temiz, sessiz, hareketli parça içermeyen ve yüksek verimli, doğalgaz veya diğer hidrojen içeren gazlardan elektrik ve ısı enerjisi üretim teknolojisidir. Diğer enerji üretim teknolojilerinden çok farklı olarak yakıt pili, yakıtın kimyasal enerjisini doğrudan kullanılabilir elektrik ve ısı enerjisine dönüştüren elektrokimyasal bir cihazdır.

Yakıt pilinde doğrudan birincil enerji kaynağı olarak hidrojen kullanılabileceği gibi dönüştürme yapıldığı takdirde, doğalgaz, LPG, metanol, nafta veya benzin gibi hidrojen içeren yakıtlar da kullanılabilmektedir.

Yakıt pilinde gerçekleşen dönüşüm pil ya da akümülatördeki dönüşüm ile benzerdir.Yakıt pili ile bunlar arasındaki temel farklılık ise yakıt pillerinin enerji dönüşümünü yakıt ve oksitleyici sağlandığı sürece gerçekleştirebilmesidir.

Yakıt pili üç temel kısımdan meydana gelir: anot (negatif elektrot), katot (pozitif elektrot) ve bu iki elektrot arasında kalan elektrolit (değişim zarı).

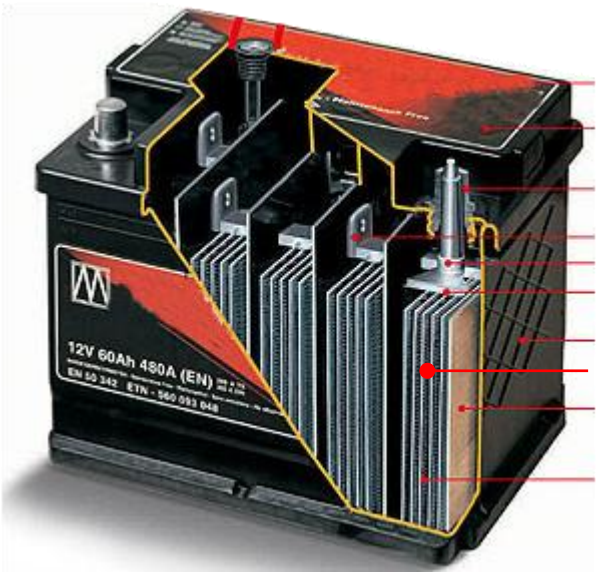
Yakıt pilleri, temiz enerji üretimi ve yüksek verimleri ile enerji tasarrufu sağlayan bir güç kaynağı olarak kullanımları gittikçe yaygınlaşmaktadır.



Resim 25: Yakıt hücresinin yapısı

- **Aküler**

Aküler, çalışma prensibi olarak nerdeyse bir pilden farksızdır. Akü çeşitleri ve gerilimleri yapı ve kullanım amaçlarına göre farklılık göstermektedir. Ancak genellikle sulu 12 voltluk aküler kullanıldığı için biz de bu aküler üzerinde duracağız.



Resim 26: Akünün yapısı

Akülerde elektrolit olarak kurşun sülfat ($PbSO_4$) kullanılmaktadır. Aküler pillerden farklı olarak bünyelerinde altı adet pil (hücre) bulundurur. İçeride seri bağlanan her bir hücrenin potansiyel farkı 2 volt olmak üzere toplamda (dışarıya çıkarılan kutuplarda) 12 voltluk bir potansiyel fark sağlamaktadır.

Elektrotlar, aralarında delikli ayırıcılar bulunan ve iç içe geçmiş çok sayıda kurşun (Pb) ve kurşun dioksit (PbO_2) plakadan oluşmuştur (Resim 26).

Çok sayıda plaka kullanılmasının nedeni hem birden fazla pil elde etmek hem de elektrolit ile temas yüzeyini arttırarak daha fazla enerji elde edebilmektir. Ayrıca ikişer voltluk altı ayrı pil düzeneği birbirlerine seri bağlanarak akü uçlarından 12 V elde edilmektedir.

Akünün altı hücreden oluşur. Akü boşalırken ve dolarken sadece bir hücrede gerçekleşen kimyasal reaksiyonlar aşağıda açıklanmıştır (Bütün hücrelerde aynı olay gerçekleşmektedir.).

- **Akünün deşarjı**

Akü uçları bir alıcı üzerinden birleştirildiğinde kurşun ve kurşun dioksit plakaları arasındaki potansiyel fark nedeniyle kurşun plakanın atomlarından elektron koparılarak (atom başına iki elektron) elektronlar kurşun dioksit plakasına çekilir. Bu anda kurşun atomları Pb^{+2} şeklinde iyon durumuna geçerek -2 değerlikli sülfat iyonları (SO_4^{-2}) ile birleşerek kurşun sülfat ($PbSO_4$) oluşturur.

Kurşun dioksit (PbO_2) plakasına gelen elektronlardan her biri, bir oksijen atomuna geçer. Her bir oksijen atomu kurşun atomlarından birer elektron alarak -2 değerlikli iyon durumuna geçerler. -2 değerlikli oksijen iyonları elektrolitteki +2 değerlikli hidrojen iyonları

ile su (H_2O) oluşturur. Aynı zamanda oksijen atomlarının ayrışmasıyla +2 değerlik kazanan kurşun atomları da elektrottan koparak elektrolit içerisindeki -2 değerlikli sülfat iyonları (SO_4^{-2}) ile birleşerek kurşun sülfat ($PbSO_4$) oluşturur.

- **Akünün şarjı**

Boşalmış olan batarya bir doğru akım kaynağına bağlanıp deşarj akımına ters yönde bir şarj akımı geçirilirse pozitif ve negatif plakalardaki kurşun sülfat ayrışır. Akünün deşarjında gerçekleşen tepkimeler tersine işlemeye başlar.

Aküye bağlanan güç kaynağının eksi ucu kurşun elektroda elektron yolladıkça elektrolitteki kurşun sülfat, kurşun (Pb^{+2}) ve sülfat (SO_4^{-2}) şeklinde parçalanır ve kurşun iyonları elektron kaybeden elektrotla birleşerek nötr hâle gelir. Kaynağın artı ucu kurşun dioksitten elektron çektikçe su da iki hidrojen (H^+) ve bir oksijen (O^{-2}) şeklinde iyonlarına ayrılır. Aynı zamanda $PbSO_4$, Pb^{+2} ve SO_4^{-2} şeklinde iyonlarına ayrılır. Bunun nedeni kurşun dioksit plakanın pozitif yüklenmesidir. Sudan parçalanan her iki oksijen iyonu ve kurşun sülfattan parçalanan bir kurşun iyonu birleşir, kurşun dioksit (PbO_2^{-2}) iyonunu oluşturur. Bu iyonlar pozitif yüklü plaka ile birleşerek nötr hâle gelir.

Bu tepkimeler olmaya devam ettikçe kurşun plakada kurşun ve kurşundioksit plakada ise kurşundioksit depolanacak ve akü şarj olacak yani dolacaktır.

4.1.3. Isı Yoluyla

İletkenler ısıtıldıklarında, iletken madde atomlarının elektronlarında bir hareketlenme meydana gelir. İletken maddesinin sıcaklık katsayısına göre bu hareketin miktarı az ya da çok olabilir.

İki farklı metalin (iletkenin) birer uçları birleştirilip birleşim noktası ısıtıldığında sıcaklık miktarına bağlı olarak iletkenlerin boştaki uçlarından mili voltlar seviyesinde bir gerilim elde edilir (Şekil). Bu gerilimin değeri kullanılan iletkenlerin cinsine ve birleşim yüzeyinin ısınma miktarına bağlıdır. Farklı iki metal ya da metal alaşımlarından oluşan bu elemana termokupl ya da ısıl çift denmektedir.

Şekil 2.18 : Termokuplun yapısı

Termokuplun yapımında genellikle bakır, demir, konstantan, platin, mangan, nikel gibi metaller ve bunların alaşımları kullanılır.

Resim 27: Basit bir termokupl uygulaması

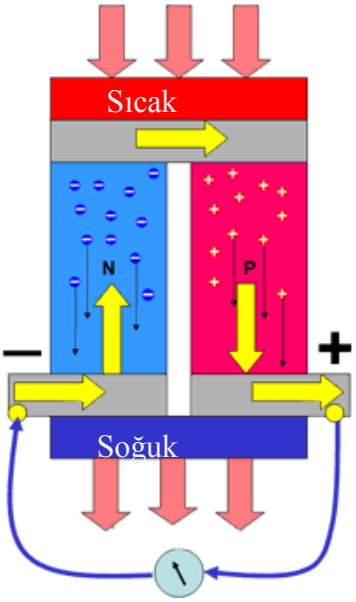
Termokupllar genellikle ısı kontrol devrelerinde ve sıcaklık ölçümünde kullanılır. Resim 27'de basit bir termokupl uygulaması ve Resim 289'da ise çeşitli termokupllar görülmektedir.

Resim 28: Çeşitli termokupllar

Metallerin birleşim yerlerinin ısıtılması ile elektrik gerilimi elde edildiği gibi yarı iletkenlerin ısıtılması ile de gerilim elde edilebilmektedir.

Bir yarı iletken termik üreteç, aslında bir sonraki konuda ele alacağımız bir fotopilin uyarlanmış hâlidir. Bu elemanların fotopillerden farkı, ısı toplayan bir katman sayesinde daha verimli olmalarıdır. Kısaca bir termik üreteç bir fotopil daha fazla enerji üretir.

Bir N (Negatif) ve bir P (Pozitif) olmak üzere iki yarı iletkenin birleşim yüzeyleri ısıtıldığında yarı iletkenin uçlarında bir gerilim oluşur. Bu gerilimin değeri çok küçüktür ve yarı iletken elemanlar seri bağlanarak gerilim değeri arttırılır. Seri bağlı blokların paralel bağlanması ile de akım kapasitesi arttırılır.



Şekil 2.19: Termik pil hücresi

Yarı iletken termik gerilim üreteçlerine termo-fotovoltaik pil denir. Kısaca termo fotopil ya da termopil de diyebiliriz. Bir termopil, Şekil 2.19'da görüldüğü gibi "P" ve "N" tipi yarı iletkenlerin birleştirilmesi ile elde edilmekte ve ısıya dayanıklı bir ısıtma levhası ve bir de soğuma levhası ihtiva etmektedir. Bir termopilin ısıtma yüzeyi ısıtıldığında pil uçlarında bir gerilim artışı olur.

Resim 29: Bir termopil uygulaması

Termopiller sıcaklık ölçümünde kullanıldığı gibi ısı kontrol devrelerinde ve küçük güçlü devrelerin beslenmesinde de kullanılabilir. Esas kullanım amacı ise yarı iletken hücrelerin seri ve paralel bağlanarak yüksek miktarlarda enerji elde etmektir.

4.1.4. Işık Yoluyla

Fotopillere ışık pili ya da güneş pili de denmektedir. Fotopiller ışık enerjisini elektrik enerjisine dönüştüren yarı iletkenlerdir. Yarı iletken maddeler, atomlarının son yörüngesinde

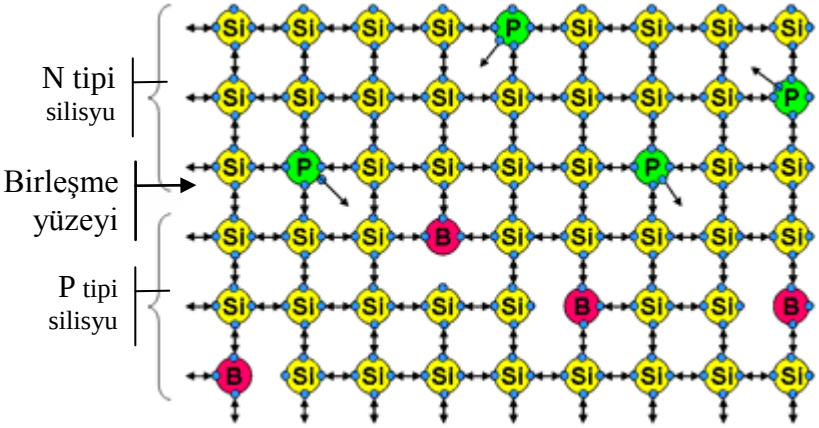
dört elektron bulunduran maddelerdir. Yarı iletkenlerin temel malzemesi P (pozitif) ve N (negatif) yapıdaki maddelerdir.

P ya da N tipi maddeleri, silisyum (S) ve germanyum (Ge) gibi kristal yapıdaki yarı iletkenlere katkı maddeleri eklenerek elde edilir.

Elde edilen maddenin P ya da N tipi olması katkı maddesine bağlıdır.

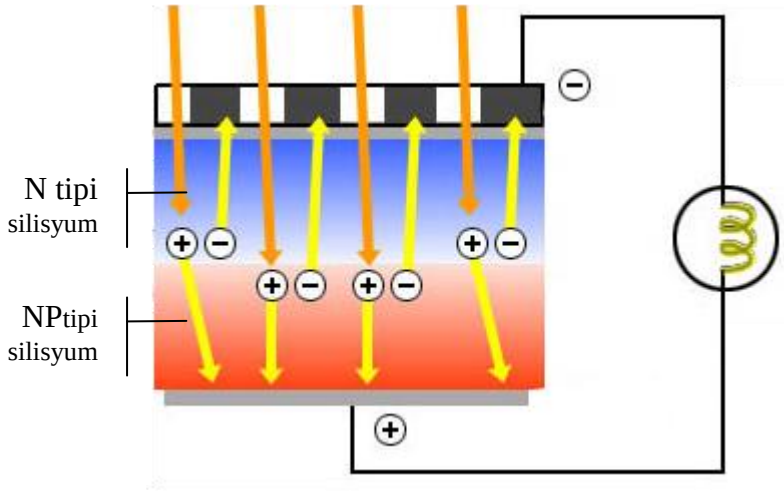
Örneğin silisyum maddeye bir miktar fosfor (P) karıştırılmışsa atomlarının son yörüngesinde beş elektronu bulunan fosforun bir elektronu açıkta kalacaktır. Açıkta kalan bu elektron serbest hâldedir. Elde edilen bu maddeye negatif madde ya da "N" tipi madde denmektedir.

Şayet silisyuma bir miktar Bor (B) karıştırılırsa elde edilen madde pozitif madde ya da P tipi madde olacaktır. Bor, silisyumla kristal bir yapı ile birleşince bir elektron eksikliği ortaya çıkmaktadır. Çünkü bor atomlarının son yörüngelerinde üç elektron vardır.



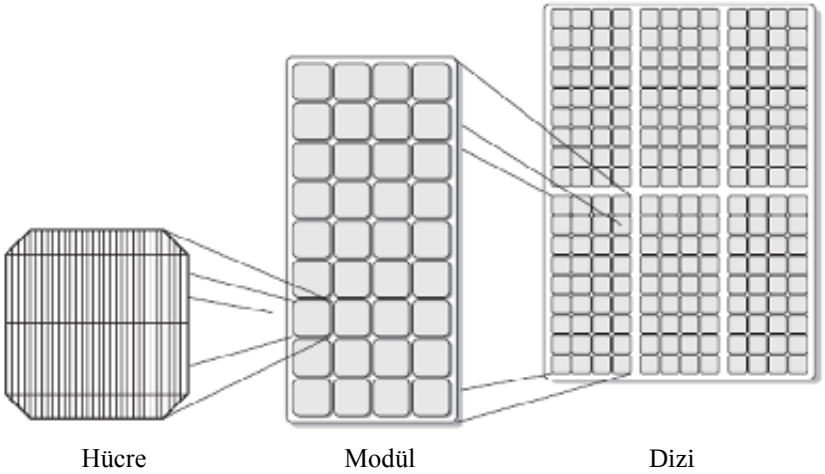
Şekil 2.20: Silisyum yarı iletkenin atom dizili

Bir yarı iletken eleman, "P" ve "N" olmak üzere en az iki plakadan oluşur. Şekil 2.21'de silisyumdan yapılmış bir yarı iletken elemanın kristal yapısı görülmektedir.



Şekil 2.21: Fotopilin yapısı ve çalışması

Fotopiller de bir "N" ve bir "P" tipi maddeden oluşan yarı iletkenlerdir. Şekil 2.22'de görüldüğü gibi ışık fotopilin birleşim yüzeyine düşürüldüğünde, "P" ve "N" tipi plakalar arasında bir elektrik alanı oluşur. Fotopilin uçları bir alıcı üzerinden birleştirildiğinde ise "N" tipi plakadan "P" tipi plakaya doğru bir elektron akışı olur ve alıcı çalışır.



Şekil 2.22: Fotovoltaik pil

Bir fotovoltaik pil hücresinden elde edilen gerilim çok düşüktür. Bu nedenle fotovoltaik piller seri bağlanarak istenilen gerilim elde edilebilir. Elde edilen fotovoltaik pil enerjisi ile yüksek güçlü bir alıcı çalıştırılacağı zaman, çok sayıda seri bağlı fotovoltaik pil blokları paralel bağlanarak sistemin akım kapasitesi arttırılır (Şekil 2.22).

Fotovoltaik piller temiz enerji kaynaklarıdır. Buna karşın verimleri % 15 - % 20 civarındadır.

4.1.5. Sürtünme Yoluyla

İki cisim birbirlerine sürtüldüğünde cisimlerin atomlarının kinetik enerjileri artar. Böylece pozitif yükler bir cisimde, negatif yükler ise diğer cisimde birikerek aralarında bir gerilim oluşur.

Resim 30: Van de Graaf Jeneratörü

Statik elektrikle gerilim elde etmenin en bilinen örneği, Van de Graaf jeneratörleridir (Resim 30).

Bu jeneratörler, yalıtkan bir madde ile iletken bir maddenin sürtünmesi ile oluşan zıt yüklerin iki farklı iletkende toplanması esasına göre çalışır.

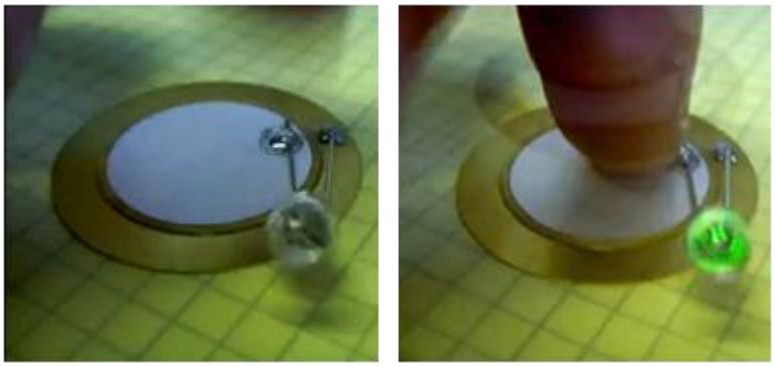
Sürtünme yoluyla elde edilen gerilimin büyüklüğü, sürtünen maddelerin cinsi, sürtünme yüzeylerinin büyüklüğü ve sürtünme hızına (şiddetine) bağlıdır.

4.1.6. Kristal Deformasyon Yoluyla

Kristal yapılı quartz, turmalin gibi maddelere basınç uygulanınca basıncın uygulandığı yüzeylerden elektrik gerilimi elde edilir.

Bir kristal maddeye basınç uygulanınca, kristal kafesi esner ve kristal yapıdaki zıt iyon yükleri basınç yüzeylerine toplanır. Basınç ortadan kalktıktan bir süre sonra kristal kafes eski şeklini alır ve yük dağılımı normale döner yani yüzeyler arasındaki potansiyel farkı sıfır olur.

Bu nedenle kristal yalnızca deformasyona uğradığı zamanlarda yani basıncın etkisindeyken gerilim üretir.



Resim 31: Piezo elektrik ile bir led'in çalışması

Kristal deformasyon ile elde edilen elektrik enerjisine piezo elektrik de denmektedir. Resim 31'de bir piezo elektrik devresi görülmektedir. Resimdeki kristal, parmakla basınç uygulanınca bir led'i çalıştırabilecek kadar elektrik enerjisi üretebilmektedir.

Kristaller çakmaklarda gerilim kaynağı olarak kullanılırken elektronik devrelerde osilatör olarak kullanılmaktadır. Mesafe ölçümleri, akustik testler, basınç ölçümü ve kontrolü gibi işlerde de kullanılmaktadır. Ayrıca ses devrelerinde mikrofon olarak da kullanılmaktadır.

Kristallerden elektrik akımı geçirilince akımın formuna bağlı olarak kristallerde titreşimler gerçekleşir. Bu özelliğinden faydalanılarak küçük boyutlu hoparlörler yapılmaktadır. Bu hoparlörleri hem güçleri hem de kendileri küçük olduğu için küçük güçlü cihazlarda (örneğin, cep telefonları) kullanılmaktadır.

4.2. Elektromotor Kuvvet (Emk)

Elektromotor kuvveti, bir devreden yük akışını sağlayan bir kaynağın uçları arasındaki potansiyel farktır.

Elektromotor kuvvet, **emk** şeklinde ifade edilir ve **E** ile gösterilir.

4.2.1. Emk'nin Elde Edilmesi

Emk, pil, akü, dinamo, alternatör vb. elektrik enerjisi kaynakları ile elde edilir. Daha geniş bilgi için "**4.1.Gerilim Üretme Yöntemleri**" konusuna bakabilirsiniz.

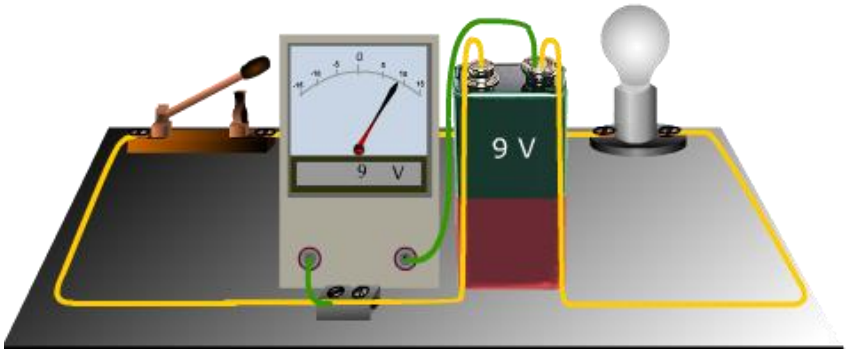
4.2.2. Emk ve Gerilim Tanımı ve Arasındaki Fark

Emk, devre açıkken kaynağın uçları arasındaki potansiyel farka denir. Gerilim ise her hangi iki noktanın potansiyelleri arasındaki farka denir.

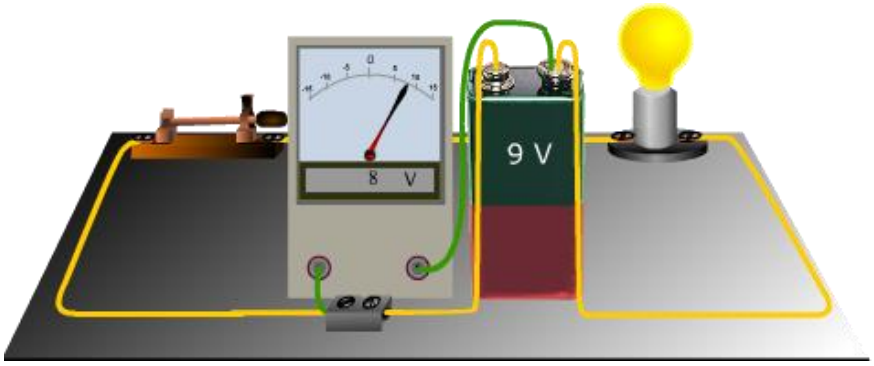
Örneğin, bir devrede bir alıcının uçları arasındaki potansiyel farka emk denmez çünkü emk kaynak uçları arasındaki potansiyel farktır. Bir alıcının uçları arasındaki potansiyel

farka gerilim denir. Çalışan bir devrede kaynağın uçlarına bağladığımız bir voltmetre, kaynağın emk'sini değil kaynağın gerilimini ölçebilir.

Bir kaynağın boşta ve yüklüyken gerilimleri farklıdır. Bunun nedeni, kaynak devreye akım verirken enerjinin bir kısmının kaynakta harcanmasıdır.



Şekil 2.23: Devrenin emk'si



Şekil 2.24: Devrenin gerilimi

Şekil 2.23'te devre açık olduğu için kaynağın (pilin) emk'si ölçülebilir. Şekil.24'te ise kaynağın emk'si ölçülemez çünkü emk'nin bir kısmı pilin içindeki kimyasal tepkimeler için harcanmaktadır. Bu durumda voltmetre kaynağın gerilimini göstermektedir.

Buna göre çalışan bir devrede, emk ile gerilim için aşağıdaki eşitlik yazılabilir.

Emk = kaynakta düşen gerilim + kaynak uçlarındaki gerilim

4.2.3. Emk ve Gerilimin Birimi

emk "E" ile ve gerilim de "U" ile gösterilir. Emk'nin ve gerilimin birimi volt'tur. Volt, "**V**" harfi ile gösterilir.

Emk ya da gerilim voltmetre ile ölçülür. Şekil 2.23'de görüldüğü gibi voltmetre devreye paralel bağlanır.

4.2.4. Ast, Üst Katları ve Çevrimleri

Gerilimin ast ve üst katları da akım da olduğu gibi biner biner büyür ve biner biner küçülür.

1/(1000.1000) = 0,000001 = MV	Sayı iki kere bine bölünüyor.
1/1000 = 0,001 = $1,10^{-3}$ kV	Sayı bir kere bine bölünüyor.
1 volt	
1000 = $1,10^{3}$ mA	Sayı bir kere binle çarpılıyor.
1000.1000 = 1000000 = $1,10^{6}$ μV	Sayı iki kere binle çarpılıyor.

Tablo 8: Gerilimin ast ve üst katları

Örnekler:

500 μV = 500 / 1000 = 0,5 mV

500 μV = (500 / 1000) / 1000 = 0,0005 mV = 5^{-4} V

250 kV = 250 / 1000 = 0,25 MV

250 kV = 250 . (1000 . 1000) =250000000 = $25,10^{+7}$ mV

UYGULAMA FAALİYETİ

Farklı şekillerde gerilim elde etmeyi inceleyiniz.

➢ Manyetik alan ile gerilim elde etmek için bir devre kurunuz.	➢ Manyetik alan ile gerilim elde etmek için deney setinizdeki alternatörü kullanabilirsiniz.
➢ Alternatörün uçlarına voltmetreyi bağlayınız ve voltmetreden 0 V değerini okuyunuz.	➢ Voltmetreyi alternatör uçlarına paralel bağlayabilir, voltmetrenin 0 V'u gösterdiğini gözlemleyebilirsiniz.
➢ Kolu farklı hızlarda çevirerek voltmetrenin gösterdiği değerleri gözlemleyiniz.	➢ Bir iletkende indüklenen gerilimin alanın gücüne ve iletkenin boyuna bağlı olduğu gibi iletkenin hareket hızına da bağlı olduğunu hatırlayınız. ➢ Alternatörün kolunu farklı hızlarda çevirebilir, her defasında farklı değerleri gösterdiğini görebilirsiniz.
➢ Kolu çevirmeyi bırakınız ve voltmetrenin 0 V'u gösterdiğini gözlemleyiniz.	➢ Kolu çevirme işlemini sonlandırabilir ve alternatör dönmüyorken uçlarında gerilim indüklemediğini voltmetrenin gösterdiği sıfır değerinden anlayabilirsiniz.
➢ Bir pil düzeneği kurunuz ve uçlarındaki gerilimi ölçünüz.	➢ Bunun için üçüncü uygulama faaliyetinden yararlanabilirsiniz.
➢ Isı yoluyla gerilim elde etmek için bir termokupl hazırlayınız.	➢ Termokupl temini konusunda öğretmeninizden yardım alabilirsiniz.
➢ Termokuplun uçlarına voltmetre bağlayarak 0 V değerini okuyunuz.	➢ Ölçme alanı küçük olan bir voltmetre kullanırsanız gerilimdeki değişimi daha iyi görebilirsiniz. ➢ Bu konuda öğretmeninizden yardım alabilirsiniz. ➢ Voltmetreyi termokupl uçlarına paralel bağladığınızda voltmetreden 0 V değerini okursunuz. Bunun nedeni termokupl'un henüz soğuk olmasıdır.
➢ Termokuplun bileşim yüzeyini ısıtarak gösterdiği değeri okuyunuz.	➢ Termokupl yüzeyini bir çakmakla ya da bir havya ile ısıtabilirsiniz. ➢ Termokupl ısındıkça uçlarındaki gerilimin arttığını voltmetreden takip edebilirsiniz.
➢ Işık yoluyla gerilim elde ediniz.	➢ Bu faaliyet için bir önceki faaliyetteki (ısı yoluyla gerilim elde etme) aşamaları takip edebilirsiniz. ➢ Yalnızca termokupl yerine bir fotopil ve ısı kaynağı yerine bir ışık kullanarak fotopilin uçlarındaki gerilimi, voltmetreden görebilirsiniz.
➢ Sürtünme yoluyla gerilim elde ediniz.	➢ Bu faaliyet için ebonit bir çubuk veya tarak ile yün kumaş temin edebilirsiniz.
➢ Kristal deformasyon yoluyla gerilim elde etmek için bir devre hazırlayınız.	➢ Kristali bir elektronikçiden temin edebilirsiniz.

➢ Kristalin uçlarına bir voltmetre bağlayınız.	➢ Kristalin uçlarına ölçme alanı dar olan bir voltmetre bağlayarak gerilim değişimlerini daha iyi gözlemleyebilirsiniz.
➢ Voltmetrenin 0 V'u gösterdiğini gözlemleyiniz.	➢ Kristale basınç uygulamazken uçlarındaki gerilimin 0 V olduğunu voltmetrenin gösterdiği değerden anlayabilirsiniz.
➢ Kristale parmağınızla farklı şiddetlerde basınç uygulayarak uçlarındaki gerilim değişimlerini gözlemleyiniz.	➢ Kristale parmağınızla dokunarak voltmetrenin gösterdiği değerdeki değişimi gözlemleyebilirsiniz. ➢ Kristale parmağınızla daha çok basınç uyguladığınızda voltmetrenin bir önceki denemenizden daha fazla değer gösterdiğini gözleyebilirsiniz. ➢ Bir kristalin geriliminin, uygulanan basınç ile doğru orantılı olduğunu hatırlayınız.

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	**Evet**	**Hayır**
1. Manyetik alan ile gerilim elde etmek için doğru akım motoru kullanarak bir devre kurdunuz mu?		
2. Doğru akım motoru dönmüyorken uçlarındaki gerilimin 0 V olduğunu gördünüz mü?		
3. Doğru akım motoru uçlarındaki gerilimin, doğru akım motoru yavaş döndürürken daha az, daha hızlı döndürürken daha çok olduğunu gördünüz mü?		
4. Doğru akım motorunun dönmesi durduğunda uçlarındaki gerilimin 0 V olduğunu gördünüz mü?		
5. Bir termokupl devresi kurdunuz mu?		
6. Termokupl soğukken uçlarındaki gerilimin 0 V olduğunu gördünüz mü?		
7. Termokupl ısındıkça uçlarındaki gerilimin arttığını gördünüz mü?		
8. Çeşitli ebatlarda ve gerilim değerlerinde piller buldunuz mu?		
9. Bu pillerin uçlarındaki gerilim değerlerini ölçü aleti ile ölçtünüz mü?		
10. Bir fotopil devresi kurdunuz mu?		
11. Fotopilin uçlarına uyguladığınız ışık miktarını artırdıkça uçlarındaki gerilimin arttığını gördünüz mü?		

12. Yün kumaş ile ebonit (plastik) bir çubuk edindiniz mi?		
13. Yün kumaş ile ebonit (plastik) çubuğu birbirine sürttünüz mü?		
14. Ebonit çubuğun parçalanmış kâğıt parçacıklarını kendisine çektiğini gördünüz mü?		
15. Bir kristal devresi kurdunuz mu?		
16. Kristale basınç uygulanmazken uçlarındaki gerilimin 0 V olduğunu gördünüz mü?		
17. Kristale uyguladığınız basınç arttıkça uçlarındaki gerilimin de arttığını gördünüz mü?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda **"Hayır"** şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız **"Evet"** ise "Ölçme ve Değerlendirme"ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Bir iletkende indüklenen gerilimin değeri aşağıdakilerden hangisine bağlı <u>değildir?</u>
A) İletkenin boyuna
B) İletkenin hareket hızına
C) İletkeni etkiyen alanın şiddetine
D) İletkenin kesitine

2. Aküler neden çok hücreli yapılır?
A) Gerilimi artırmak için
B) Enerji miktarını artırmak için
C) Akımı artırmak için
D) Hiçbiri

3. Akülerde bir hücrede çok sayıda elektrot kullanılmasının sebebi aşağıdakilerden hangisidir?
A) Gerilimi artırmak için
B) Enerji miktarını artırmak için
C) Akımı düşürmek için
D) Hiçbiri

4. Bir pilin gerilimi aşağıdakilerden hangisine bağlı <u>değildir?</u>
A) Elektrolitin cinsine
B) Elektrotun cinsine
C) Elektrotların büyüklüğüne
D) Ortamın erime ve osmotik basıncına

5. Bir termokuplun boştaki uçlarından elde edilen gerilimin miktarı aşağıdakilerden hangisine bağlı <u>değildir?</u>
A) İletkenlerin cinsine
B) Birleşim yüzeyinin büyüklüğüne
C) Birleşim yüzeyine uygulanan ısıya
D) İletkenlerin rengine

6. Aşağıdaki yarı iletken madde birleşimlerinden hangisi ile bir termopil elde edilebilir?
A) P-P birleşimi
B) P-N birleşimi
C) N-N birleşimi
D) Hiçbiri

7. I. Sıcaklık ölçümü
II. Isı kontrolü
III. Büyük güçlü alıcıların beslenmesi
Yukarıdakilerden hangisi termokuplların kullanım alanlarından <u>değildir?</u>
A) I
B) II
C) III
D) Hepsi

8. Bir fotopil yapımı için kullanılacak maddelerin son yörünge elektron sayıları aşağıdakilerden hangisi <u>olamaz?</u>
A) 6
B) 5
C) 4
D) 3

9. Aşağıdakilerden hangisi piezo elektriğin kullanım amaçlarından biri <u>değildir?</u>
A) Mesafe ölçümü
B) Basınç ölçümü
C) Osilatör devreleri
D) Doğrultma devreleri

Aşağıdaki cümlelerin başında boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise D, yanlış ise Y yazınız.

10. ( )Bir iletken bir manyetik alanla aynı yönde ve aynı hızla hareket ettirilirse iletken uçlarında gerilim oluşur.

11. ( )Akülerde bir elektrotun tek bir metal yerine birbirine bağlanmış çok sayıda metalden yapılmasının nedeni, akülerden uzun süre elektrik enerjisi alabilmektir.

12. ( )Aynı malzemelerden yapılmış iki pilden, büyük hacimli olan ile küçük hacimli olan arasında aynı güçteki alıcıları besleme süreleri bakımından bir fark yoktur.

13. ( )Emk ve gerilimin birimi A'dır.

14. ( )Bir devrede kaynağın uçlarına bağlı bir voltmetre, devre açıkken kaynağın emk'sini gösterir. Devre kapalıyken de kaynağın gerilimini gösterir.

Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

15. 12 voltluk aküler 6 hücreden oluşuyorsa her bir hücrenin gerilimi ……. V'dir.

16. Termokupllar, ısı kontrol devrelerinde ……. ölçümünde kullanılır.

17. Pozitif yarı iletken bir madde elde edebilmek için son yörünge elektron sayıları dört olan maddelere, son yörünge elektron sayıları …… olan maddeler eklemek gerekir.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise "Modül Değerlendirme"ye geçiniz.

MODÜL DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

1. İki yük arasındaki potansiyel farkını ölçen aletlere elektrostatik ……. denir.

2. Yüklerin havadan akışını kolaylaştırmak için …….. hava üfleyici kullanılır.

3. Şebeke akımının eğrisi …… eğri şeklindedir.

4. Faraday Kanunu'na göre bir elektroliz olayında açığa çıkan madde miktarı, elektrolit içerisinden geçen yük (akım) miktarı ile ……. orantılıdır.

5. Bir piezo elektrik kristali, ses dalgalarının enerjisini elektrik enerjisine dönüştürebileceği için bir ses devresinde …… olarak kullanılabilir.

6. Bir alıcının uçlarına bağlı bir voltmetre alıcı uçlarındaki ……. gösterir.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki modüle geçmek için öğretmeninize başvurunuz.

CEVAP ANAHTARLARI

ÖĞRENME FAALİYETİ 1'İN CEVAP ANAHTARI

1	C	13	Y
2	C	14	D
3	B	15	D
4	B	16	Y
5	A	17	Y
6	B	18	D
7	C	19	NÜKLEER
8	A	20	GELGİT
9	C	21	İLETKEN
10	D	22	8
11	D	23	ŞİMŞEK
12	D		

ÖĞRENME FAALİYETİ 2'NİN CEVAP ANAHTARI

1	D	19	D
2	B	20	D
3	C	21	Y
4	D	22	D
5	B	23	D
6	D	24	Y
7	B	25	D
8	A	26	D
9	A	27	Y
10	C	28	D
11	C	29	Y
12	B	30	D
13	C	31	D
14	D	32	SEBEST-
15	D	33	0.25
16	C	34	144
17	A	35	MİKRO
18	D	36	MANYETİK

ÖĞRENME FAALİYETİ 3'ÜN CEVAP ANAHTARI

1	D
2	A
3	C
4	B

ÖĞRENME FAALİYETİ 4'ÜN CEVAP ANAHTARI

1	D
2	A
3	B
4	C
5	D
6	B
7	C
8	A
9	D
10	Y
11	D
12	Y
13	Y
14	D
15	2
16	ISI (SICAKLIK)
17	3

MODÜL DEĞERLENDİRMENİN CEVAP ANAHTARI

1	VOLTMETRE
2	İYONİZE
3	SİNÜSOİDAL
4	DOĞRU
5	MİKROFON
6	GERİLİMİ

KAYNAKÇA

- KARA Sadık, **Elektrik Elektronik Rehberi**, Ufuk Kitap, Kırtasiye, Yayıncılık, Kayseri, 2004.
- BAYRAK Mehmet, **Temel Elektrik ve Mağnetizma**, Atlas Yayın Dağıtım, İstanbul, 2002.
- GÜVEN M. Emin, İ. Baha MARTI, İsmail COŞKUN, **Elektroteknik Cilt-1,** MEB, İstanbul, 1997.
- PEŞİNT, M. Adnan, **Senkron Makinalar**, Yüksek Teknik Öğretmen Matbaası, Ankara, 1975.
- BADUR Özdemir, **Elektrik Kumanda Devreleri**, Milli Eğitim Gençlik ve Spor Bakanlığı Yayınları, Ankara, 1978.
- RICHARDS, SEARS, WEHR, ZEMANSKY, Tercüme: MAHSUNOĞLU R. A. YALÇINER, **Modern Üniversite Fiziği**, Çağlayan Basımevi, İstanbul, 1982.
- OĞUZ Necati, Muhittin GÖKKAYA, **Elektrik Makineleri I**, Milli Eğitim Basımevi, İstanbul, 1991.